



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE DOS CULTIVARES DE HABA TIPO
“BABY” (*Vicia faba* L.) BAJO DIFERENTES
POBLACIONES PARA LA INDUSTRIA
DE CONGELADO**

YASMÍN ALEJANDRA BRIONES BARAHONA

SANTIAGO, CHILE

2009

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

**EVALUACIÓN DE DOS CULTIVARES DE HABA TIPO “BABY”
(*Vicia faba* L.) BAJO DIFERENTES POBLACIONES
PARA LA INDUSTRIA DE CONGELADO**

**EVALUATION OF TWO CULTIVARS OF FABA BEANS BABY TYPE
(*Vicia faba* L.) UNDER DIFFERENT POPULATIONS DENSITY
FOR FROZEN INDUSTRY**

Yasmín Alejandra Briones Barahona

Santiago, Chile

2009

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Título

**EVALUACIÓN DE DOS CULTIVARES DE HABA TIPO “BABY”
(*Vicia faba* L.) BAJO DIFERENTES POBLACIONES
PARA LA INDUSTRIA DE CONGELADO**

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

Yasmín Alejandra Briones Barahona

PROFESORES GUÍAS	Calificaciones
Sr. Hugo Faiguenbaum M. Ingeniero Agrónomo.	6,6
Sra. Cecilia Baginsky G. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,5
 PROFESORES EVALUADORES	
Sr. Herman Silva R. Biólogo, M. Sc. y Dr.	6,4
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph. Dr.	6,6

Santiago, Chile

2009

**“A Dios y a mis padres:
Alonso y Emilia”**

AGRADECIMIENTOS

Después de haber entregado todo mi esfuerzo y dedicación en la elaboración de esta memoria de título, no quisiera dejar de lado la posibilidad de expresar mis sinceras palabras de agradecimiento a un sin fin de personas que, en mayor o menor medida, estuvieron a mi lado.

Dentro de estas personas se encuentran mis profesores guías el Sr. Hugo Faiguenbaum y la Sra. Cecilia Baginsky; quienes me entregaron la oportunidad de formar parte de este proyecto y aportaron todo sus conocimientos y apoyo durante el transcurso de esta investigación. Además, agradezco al profesor Ricardo Pertuzé; a los funcionarios Carlitos y Don Sergio, y a mis compañeros Néstor, Claus y Pilar por su gran voluntad, colaboración y compañía durante el periodo experimental.

A mí querida familia, para quien, está dedicado este trabajo, pues sin su cariño y apoyo constante, todo esto no hubiese sido posible. Gracias papá y mamá por su ejemplo de sacrificio, perseverancia, fe y esfuerzo; por brindarme la oportunidad de estudiar y llegar a ser profesional. Gracias a mis hermanas por su infinito amor, amistad, alegría y tolerancia. Gracias a mis cuñados, tías, tíos, primos y primas, por su constante preocupación y aliento. Gracias a mis sobrinos: Vicente, Matilde y Josué, quienes con su inocencia me alegraron en tiempo de angustia. Gracias a mis abuelos, principales gestores de la elección de esta carrera, al enseñarme el amor a la tierra y a mis raíces.

Quisiera extender este reconocimiento a mis grandes amigas: Paola, Evelyn, Katy y Gaby, quienes siempre han estado a mi lado, atentas a darme palabras de aliento, impulsándome a seguir adelante y aconsejándome en los momentos más oportunos.

Y finalmente, agradezco a Dios, pilar fundamental para mí y verdadero guía en este camino, le agradezco el mantener cada día su mano firme a la mía y no dejar de soplar en mi alma su brisa fresca; le doy las gracias por disminuir el cansancio y desaliento generado en este largo proceso.

A todos, muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	6	Elimi
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	13	Elimi
RESUMEN	15	Elimi
PALABRAS CLAVE	15	Elimi
ABSTRACT	16	Elimi
KEY WORDS	16	Elimi
INTRODUCCIÓN	17	Elimi
HIPÓTESIS	20	Elimi
OBJETIVOS	20	Elimi
MATERIALES Y MÉTODO	21	Elimi
MATERIALES	21	Elimi
MÉTODO	22	Elimi
<i>Tratamientos y diseño experimental</i>	22	Elimi
<i>Evaluaciones</i>	24	Elimi
<i>Manejo agronómico del cultivo</i>	26	Elimi
<i>Análisis estadístico</i>	28	Elimi
RESULTADOS	29	Elimi
EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO	29	Elimi
<i>Estados fenológicos</i>	29	Elimi
<i>Requerimientos calóricos</i>	31	Elimi
EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO.....	32	Elimi
<i>Altura de planta</i>	32	Elimi
<i>Diámetro del tallo principal</i>	34	Elimi
<i>Número de ramas por planta</i>	35	Elimi
<i>Número de nudos vegetativos en el eje principal</i>	39	Elimi
<i>Número de nudos reproductivos en el eje principal</i>	40	Elimi
<i>Número de nudos reproductivos por planta y número de vainas por nudo reproductivo</i>	41	Elimi
<i>Nudo de inserción de la primera vaina y altura de inserción en la planta</i>	43	Elimi
EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	45	Elimi
<i>Número de vainas por planta</i>	45	Elimi
<i>Número de granos por vaina y peso promedio de los granos</i>	46	Elimi
<i>Rendimiento industrial</i>	47	Elimi

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE EL RENDIMIENTO.....	<u>49</u>	Elimi
<i>Rendimiento en vaina verde por planta y por hectárea</i>	<u>49</u>	Elimi
<i>Rendimiento en grano verde por planta y por hectárea</i>	<u>51</u>	Elimi
EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE EL CRECIMIENTO DE VAINAS Y GRANOS	<u>53</u>	Elimi
<i>Largo y ancho de las vainas y granos</i>	<u>53</u>	Elimi
DISCUSIÓN	<u>55</u>	Elimi
CONCLUSIONES	<u>60</u>	Elimi
BIBLIOGRAFÍA	<u>61</u>	Elimi
ANEXOS	<u>65</u>	Elimi
APÉNDICES	<u>66</u>	Elimi

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.....	22	Elimi
Cuadro 2. Número de días requeridos por las diferentes densidades para alcanzar el estado de cosecha en verde.....	29	Elimi
Cuadro 3. Requerimiento de unidades calóricas (U. C.), para diferentes etapas de desarrollo en los cultivares Retaca y Verde Bonita	31	Elimi
Cuadro 4. Diámetro promedio del tallo principal (cm), en los cultivares Retaca y Verde Bonita, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	35	Elimi
Cuadro 5. Diámetro promedio del tallo principal (cm), en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.....	35	Elimi
Cuadro 6. Número promedio de ramas por planta según distancia sobre hilera, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	38	Elimi
Cuadro 7. Número de ramas basales, secundarias y terciarias, en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	38	Elimi
Cuadro 8. Número promedio de nudos vegetativos en el eje principal de los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	39	Elimi
Cuadro 9. Número promedio de nudos vegetativos en el eje principal en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera para distancias entre hileras de 35 y 50 cm. ...	39	Elimi
Cuadro 10. Número promedio de nudos reproductivos en el eje principal, en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	40	Elimi
Cuadro 11. Número de nudos reproductivos por planta y número de vainas por nudo reproductivo en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	42	Elimi
Cuadro 12. Número de nudos reproductivos por planta y número de vainas por nudo reproductivo, en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.....	42	Elimi
Cuadro 13. Relación porcentual entre el número de nudos reproductivos totales y el generado por las ramas basales producidos por las plantas de cada cultivar y densidad de plantas.	43	Elimi
Cuadro 14. Nudo de inserción de la primera vaina comercial y su altura, en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	44	Elimi

Cuadro 15. Altura y nudo de inserción de la primera vaina comercial, según nivel poblacional	<u>44</u>	Elimi
Cuadro 16. Componentes primarios de rendimiento en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para dos distancias entre hileras	<u>46</u>	Elimi
Cuadro 17. Componentes primarios de rendimiento obtenidos según la distancia sobre hilera, para dos distancias entre hileras.....	<u>47</u>	Elimi
Cuadro 18. Rendimiento industrial obtenido en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.....	<u>47</u>	Elimi
Cuadro 19. Evaluación del rendimiento industrial según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.....	<u>48</u>	Elimi
Cuadro 20. Rendimiento de vainas por planta y por hectárea en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	<u>49</u>	Elimi
Cuadro 21. Rendimiento de vainas por planta y por hectárea según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.....	<u>50</u>	Elimi
Cuadro 22. Rendimiento de granos por planta y por hectárea en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	<u>51</u>	Elimi
Cuadro 23. Rendimiento de granos por planta y por hectárea obtenido según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	<u>52</u>	Elimi
Cuadro 24. Evaluación del crecimiento de vainas y de granos en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	<u>53</u>	Elimi
Cuadro 25. Longitud y ancho de vainas y de granos en cada población evaluada	<u>54</u>	Elimi
Figura 1. Diseño experimental y ubicación espacial de los tratamientos.	<u>23</u>	Elimi
Figura 2. Comparación visual del tamaño de los granos seleccionados en cosecha.....	<u>27</u>	Elimi
Figura 3. Fenofases del desarrollo vegetativo y reproductivo de dos cultivares de haba (<i>Vicia faba</i> L) de hábito de crecimiento determinado.....	<u>20</u>	
Figura 4. Altura obtenida por las plantas de los cultivares evaluados, en los distintos estados de desarrollo.	<u>33</u>	Elimi
Figura 5. Altura de planta en los distintos estados de desarrollo, en dos cultivares de haba, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.....	<u>34</u>	Elimi
Figura 6. Número promedio de ramas por planta en los cultivares Retaca y Verde Bonita, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.....	<u>36</u>	Elimi
Figura 7. Número promedio de ramas basales, secundarias y terciarias producida por planta, en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	<u>37</u>	Elimi
Figura 8. Número de nudos reproductivos en el eje principal para los cultivares Retaca y Verde Bonita para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.	<u>41</u>	Elimi

“EVALUACIÓN DE DOS CULTIVARES DE HABA TIPO “BABY” (*Vicia faba* L.)
BAJO DIFERENTES POBLACIONES, PARA LA INDUSTRIA DE CONGELADOS”

Yasmín Alejandra Briones Barahona

RESUMEN

El cultivo del haba (*Vicia faba* L.) ha avanzado técnicamente en el país debido al desarrollo de la industria de congelados, la que siempre está en la búsqueda de hacer más eficiente y tecnificado el manejo del cultivo. En función de ello, se introdujeron y evaluaron en el país dos nuevos cultivares de haba tipo “baby” de hábito de crecimiento determinado con el objetivo de determinar la población óptima que permita la obtención de mejores rendimientos y sus posibilidades de lograr una cosecha mecanizada. Para ello, se realizó un ensayo en la zona de Rancagua (VI Región), utilizándose un diseño de parcelas divididas, con arreglo factorial y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron establecidos de acuerdo a la combinación de los siguientes factores: dos distancias entre hileras (50 y 35 cm), por dos distancias sobre hileras (14,3 y 10 cm) y dos cultivares (Retaca y Verde Bonita).

Se cuantificó el rendimiento y cada uno de los componentes primarios del rendimiento. A su vez, se evaluaron parámetros morfológicos y de crecimiento. Entre los principales resultados, se puede señalar que la densidad de plantas no tuvo efecto significativo sobre el largo y ancho de las vainas, el tamaño de los granos y los componentes de rendimiento número de granos/vaina y peso de 100 granos. Estos factores son fundamentalmente dependientes del carácter genético de cada cultivar. No obstante, aumentos en la densidad de siembra determinaron una mayor altura de planta y una disminución en el número de ramas/planta; esto último, provocó un menor número de nudos reproductivos/planta y por lo tanto, una disminución en el número de vainas y granos producidos, determinando finalmente que los rendimientos individuales por planta fueran significativamente menores. Sin embargo, este hecho fue compensado por el aumento de la población en las densidades más altas, al incrementar el número de vainas y granos por unidad de área; siendo en este sentido, Verde Bonita, el cultivar que obtuvo el mayor rendimiento en vaina y grano verde por hectárea, superando a Retaca en un 21 y un 12% respectivamente. Finalmente, ambos cultivares desarrollaron una arquitectura favorable que permitiría, en especial en las densidades más elevadas, una cosecha mecanizada.

Palabras clave

Retaca – Verde Bonita – Hábito de crecimiento determinado - Densidad de plantas – Rendimiento - Componentes de rendimiento.

“EVALUATION OF TWO CULTIVARS OF FABA BEANS BABY TYPE (*Vicia faba* L.)
UNDER DIFFERENT POPULATIONS DENSITY FOR FROZEN INDUSTRY”

Yasmín Alejandra Briones Barahona

ABSTRACT

The faba beans (*Vicia faba* L.) crop has advanced technically in Chile owing to the development of frozen industry, what always is in search to do more efficient and technified the handling of crop. In order of that, was introduced and evaluate in country two new faba beans cultivar “baby” type of determinate growth habit, with the objective of determine the optimal plant density to allow the obtain of best yields and his possibilities to achieve a mechanized harvest. For that, was realized an trial at Rancagua`s zone (VI Region), using a split-plot desing with factorial arrangement and five replicates. The treatments were established in agree to combinations of the following factors: two inter-row spacings (50 and 35 cm) by two intra-row spacings (14,3 and 10 cm) and two cultivars (“Retaca and Verde Bonita”).

The yield and each of the primary components of yield were quantify. Additionally, morphological characteristic and growth were evaluated. Among the main results it was detected that between plants density there was not significant differences for the length and breadth of pod, size of grains and yield components: number of seeds/pod and weight of 100 green seeds. These factors are basically dependent of the genetic information of the cultivars. On the contrary, increases in plant density caused bigger plant height and mainly a decrease number of branches/plant, affect the number of nodes bearing flowers/plant and therefore a decrease number of pods and seeds per plant, this determined finally a low yield/plant. But when, the increase the number of plant per unit area increased the number of pods and grain per surface and, also that is why the yield increased. Being at this sense, the cultivar “Verde Bonita” obtained higher pod and grain yield per hectare, surpassing to cultivar “Retaca” in a 21% and 12% respectively. Finally, both cultivars have an favorable architecture that would allow specialy in higher densities, a mechanized harvest.

Key words

“Retaca” – “Verde Bonita” – Plant density - Determinate growth habit - Yield - Components of yields.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han existido cambios económicos y socioculturales a nivel mundial, tales como el incremento de la población urbana con mejores ingresos y la incorporación de la mujer al mundo laboral. Estos cambios han repercutido en los hábitos alimenticios de los consumidores, llevándolos en la búsqueda de alimentos de rápida preparación, fáciles de manejar, sanos y de buena calidad (Crovetto, 2002). En este contexto, los productos congelados han adquirido una mayor importancia en la actividad agrícola nacional, debido a la creciente demanda de materia prima que generan (Anguita, 1998, citado por Vera, 2003).

Actualmente, más del 90% de los productos congelados en Chile son hortalizas (ProChile, 2007), siendo las especies más consumidas las correspondientes al grupo de las leguminosas; de ellas, las más comunes son arveja, haba y poroto (Faiguenbaum, 1993).

El haba (*Vicia faba* L.), cultivada en Chile básicamente como una especie hortícola, ha experimentado un crecimiento significativo a partir de la temporada 1989/90 (Tapia *et al.*, 1995), observándose hasta ahora, un incremento de un 30% en la superficie sembrada (ODEPA, 2007). En el año 2006 ocupó 2.632 hectáreas, con una producción de 21.260 toneladas (FAO, 2007), siendo la Región Metropolitana la que presenta mayor superficie de siembra (40% como promedio en las últimas tres temporadas). El 60% restante se distribuye entre las regiones III, IV, V y VII (ODEPA, 2007).

El aumento de la superficie está muy relacionado con la producción de haba congelada para el mercado interno y con las exportaciones de este tipo de producto. En promedio, considerando los años 2006 y 2007, Chile exportó 992.195 toneladas por un monto de US\$ 1.760.233, siendo los principales mercados de destino, en orden de importancia USA (34%), Francia (30%), Holanda (17%) y Japón (15%) (ProChile, 2007).

Los cultivares, tanto para congelado como para mercado en fresco, sembrados tradicionalmente en Chile, pertenecen a la variedad botánica *major* y dentro de ella, los más utilizados son los correspondientes al tipo Aguadulce (Faiguenbaum, 2003). Entre los años 1990 y 2000, se han evaluado diferentes cultivares, tales como Muchamiel, Hístal, Luz de Otoño, Portuguesa INIA y Reina Mora (Faiguenbaum, 1999), lo que ha permitido diversificar la oferta comercial de haba. Sin embargo, el ecotipo llamado Aguadulce, sigue siendo prácticamente el único sembrado en el país. En este sentido, las posibilidades de exportación de haba congelada se ven restringidas, ya que países europeos tales como España, Italia, Inglaterra y Francia, requieren para parte importante de sus consumidores habas del tipo “baby” (granos de calibre pequeño), pertenecientes tanto a la variedad *major* como *equina* y *minor*.

La mayor parte de los cultivares pertenecientes a la variedad botánica *major* se caracterizan por ser de hábito de crecimiento indeterminado y presentar granos de gran calibre (entre 15 y 25 mm de largo y entre 13 y 17 mm de ancho). Sus vainas, que contienen entre cuatro a cinco granos, miden entre 12 y 25 cm de largo y sus semillas pesan entre 1 y 2,5 g cada una (Bravo y Aldunate, 1990).

En estos cultivares la maduración de las vainas es bastante desuniforme, ya que las plantas florecen desde los nudos inferiores hacia los superiores, lo que ocurre de igual forma tanto en el eje principal como en las ramas. Por esta razón, en cultivos destinados a mercado fresco se realizan normalmente dos cosechas, según vaya ocurriendo la madurez de las vainas (Faiguenbaum, 2003). En el caso de la producción para la industria de congelados se realiza una sola cosecha, lo que genera problemas para determinar el momento óptimo de corte (Nadal *et al.*, 2005). Al realizar la cosecha de una sola vez se desfavorece además, la calidad del producto, ya que de esta forma se obtienen granos inmaduros y sobre maduros junto a granos de óptima calidad.

En países como España e Italia, las habas para congelado se cosechan de una sola vez con una segadora-hileradora que deja las plantas en situación de ser recogidas posteriormente por una cosechadora-desgranadora que se encarga de la trilla (Faiguenbaum, 1993). También existe la cosecha directa por parte de automotrices, específicamente para haba del tipo “baby”, utilizándose en este caso cultivares de baja estatura y vaina pequeña ¹. En Chile, sin embargo, debido básicamente a la falta de cosechadoras especializadas y a la carencia de cultivares que faciliten una cosecha mecanizada, la recolección de las vainas se realiza en forma manual; estas son depositadas en bins, para luego ser desgranadas a través de una trilladora estacionaria y posteriormente ser procesadas en la industria (Aburto, 2001, citado por Van de Wyngard, 2002).

La tendencia mundial se orienta hacia altos grados de mecanización, lo que permite una mayor competitividad respecto de los costos de producción y de la calidad del producto obtenido (Fresno, 2002). En Chile es muy importante ir realizando pruebas y evaluaciones de trilladoras de cosecha directa en distintos tipos de cultivos para así avanzar en la posibilidad de mecanizar la cosecha.

Una gran contribución a la solución de estos problemas en haba, sería la introducción en el país de cultivares de hábito de crecimiento determinado, los cuales según Nadal *et al.*, (2005), la menor altura que presentan sus plantas, como la presencia de vainas erguidas e insertas en los nudos superiores, favorecen la posibilidad de una cosecha mecanizada. Con ello disminuirían los altos costos de mano de obra de la cosecha manual y se obtendría una madurez mucho más homogénea de los granos, permitiendo en definitiva un producto de calidad superior.

¹ Baginsky, C. Dr. Ing. Agrónomo. Profesor titular Universidad de Chile. Cátedra de Cultivos escardados. 2008 (Comunicación personal).

En el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) desde su centro Alameda del Obispo, en Córdoba, España, se crearon tres cultivares de haba de crecimiento determinado pertenecientes a la variedad botánica *major* (Nadal *et al.*, 2000). Estos cultivares, de nombre Retaca, Alargá y Verde Bonita fueron desarrollados para obtener habas tipo “baby”, los cuales a su vez, son cosechados en estados inmaduros.

Robertson y Filippetti (1991), señalan que los cultivares de crecimiento determinado logran una producción entre un 25 y un 50% menor que los cultivares de crecimiento indeterminado, debido principalmente, a que desarrollan un mayor número de ramas improductivas y un menor número de nudos reproductivos por rama, lo que se traduce en una menor cantidad de vainas por planta. Esta baja producción se puede compensar, en parte, estableciendo mayores densidades de plantas (Bozoglu *et al.*, 2002). Sin embargo, esto es sólo hasta llegar a una densidad óptima, puesto que al sobrepasar dichos límites, se llega a una competencia de tal magnitud, que el crecimiento de las plantas disminuye, al punto de afectar en demasía su producción y con ello el rendimiento por unidad de superficie (Singh, *et al.*, 1992).

En Chile, para cultivares indeterminados se establecen habitualmente densidades que fluctúan entre 3,0 y 3,5 plantas/m², con distancias entre hileras de 70 a 80 cm y de 30 a 35 cm sobre la hilera (Faiguenbaum, 2003). Esto debido principalmente al gran tamaño de las plantas y a la cosecha manual, la cual exige un espacio suficiente entre las hileras, para permitir el paso de la gente sin dañar mayormente al cultivo.

En países donde este cultivo es más tecnificado, las densidades se plantean según el objetivo del cultivo. Es por ello, que la literatura presenta diferentes versiones sobre cual podría ser la densidad óptima para cultivares de bajo crecimiento, estableciendo rangos que van desde 30 hasta 100 plantas/m² (Filek *et al.*, 1997; Jettner *et al.*, 1998; Bozoglu *et al.*, 2002; Turk *et al.*, 2002; Dean and Mendham, 2003 y Nadal and Moreno, 2006), poblaciones muy superiores a las ocupadas en nuestro país.

Es por ello, que junto con la introducción de cultivares de hábito de crecimiento determinado, resulta fundamental determinar los niveles poblacionales óptimos que permitan maximizar los rendimientos y la calidad de los granos frente a una posible cosecha mecanizada.

Hipótesis

Los cultivares de haba (*Vicia faba* L.) Retaca y Verde Bonita, de crecimiento determinado, sembradas a altas densidades de plantas logran rendimientos superiores a los de menores poblaciones, obteniéndose con ello una mayor uniformidad en la madurez de los granos y por lo tanto, una calidad más homogénea.

Objetivos

- Evaluar el crecimiento y los componentes de rendimiento en dos cultivares de haba, Retaca y Verde Bonita, de crecimiento determinado destinados a la obtención de producto congelado, bajo diferentes poblaciones y arreglos espaciales.
- Determinar entre los cultivares y las poblaciones evaluadas, la mejor opción para la producción de haba verde para la industria de congelados.
- Identificar las características arquitectónicas de los cultivares de haba que permitan la posibilidad de implementar una cosecha mecanizada.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

El trabajo experimental se llevó a cabo durante la temporada 2006 – 2007 en el predio La Topada, localizado en la Avenida Presidente Salvador Allende Gossens (Ruta H-210), sector Baquedano, Rancagua, VI Región. Su ubicación geográfica es 34° 09' latitud sur y 70° 46' longitud oeste. Según el Atlas Agroclimatológico de Chile (1990), el clima en esa área corresponde a un mediterráneo marino, con temperaturas que varían entre una máxima en enero de 28 °C y una mínima en Julio de 3 °C. La media, en tanto, alcanza a 14,9 °C. El período promedio libre de heladas es de 223 días. El régimen hídrico tiene precipitación principalmente invernal, con una media anual de 439 mm, y un período seco de seis meses que transcurren desde noviembre hasta abril.

El suelo, perteneciente a la serie Graneros, corresponde a una terraza aluvial de textura franco arcillo limosa y con una profundidad media de 1,2 m. Su topografía es plana, con una pendiente de 0 a 1%. Posee una permeabilidad moderadamente lenta y se clasifica como un suelo imperfectamente drenado de capacidad de uso clase II (Chile, Comisión Nacional de Riego, 1981).

Se evaluaron dos cultivares de haba (*Vicia faba* L.) de hábito de crecimiento determinado, Retaca y Verde Bonita, ambos del tipo *major*, obtenidas en el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Alameda del Obispo (IFAPA), Córdoba, España.

Método

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluó el efecto del espaciamiento sobre y entre hileras, respecto del crecimiento y el rendimiento de dos cultivares de haba de crecimiento determinado. El ensayo se dispuso en un diseño experimental de Parcelas Divididas con Arreglo Factorial y cinco repeticiones. Las distancias entre hileras constituyeron las parcelas principales, las cuales por fines de manejo, no fueron aleatorizadas dentro de cada bloque sino que fueron establecidas sistemáticamente en franjas perpendiculares a los bloques (Figura 1). En cada bloque se establecieron las subparcelas al azar, las cuales estuvieron conformadas por la combinación de dos factores:

1. Cultivares: Retaca y Verde Bonita.
2. Distancias sobre la hilera: 10 y 14,3 cm.

De este modo se contempló un total de ocho tratamientos (dos cultivares por dos distancias entre hileras y dos distancias sobre hilera), los cuales aparecen especificados en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Cultivar	Distancia sobre la hilera	Población
		(cm)	Plantas/ha
A 35 cm entre hileras			
T1	Retaca	10,0	286.000
T2	Retaca	14,0	200.000
T3	Verde Bonita	10,0	286.000
T4	Verde Bonita	14,3	200.000
A 50 cm entre hileras			
T5	Retaca	10,0	200.000
T6	Retaca	14,0	140.000
T7	Verde Bonita	10,0	200.000
T8	Verde Bonita	14,3	140.000

Cada unidad experimental estuvo constituida por una parcela de siete hileras (ocho en el caso de las parcelas borde), de 6 metros de longitud. Las superficies fueron de 12,6 y 14,7 m² para las parcelas ubicadas a 35 cm entre hileras y 18 y 21 m² para las parcelas establecidas a 50 cm entre hileras. El área total del experimento fue de 1.257 m² (Figura 1).

Evaluaciones

Estados de desarrollo: Se determinaron las unidades térmicas requeridas por los cultivares evaluados para alcanzar los diferentes estados de desarrollo. Para ello, se llevó un registro del número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta los siguientes estados:

- Emergencia
- Inicio de floración
- Inicio de crecimiento de vainas
- Cosecha en verde

Se calculó el total de unidades calóricas que requirieron las plantas de los dos cultivares para completar los diferentes estados de desarrollo mediante la fórmula propuesta por Arnold (1980):

$$U.C. = \frac{T^{\circ} \text{máx} + T^{\circ} \text{mín}}{2} - 5 \text{ C}$$

U.C. = Unidades Calóricas
 T° máx = Temperatura máxima diaria
 T° mín = Temperatura mínima diaria
 5° C = Temperatura umbral de crecimiento para el haba

Con el propósito de completar la información climática, se llevó un registro de las precipitaciones y las heladas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo (Apéndice I). Estos datos, junto con las temperaturas máximas y mínimas, fueron obtenidos del Centro Regional de Información Agrometeorológica (CRIA), de la VI región.

Crecimiento. Se efectuaron tres muestreos entre el inicio de floración y precosecha, con un intervalo aproximado de 17 días entre cada uno de ellos. Estos se realizaron en los siguientes estados de desarrollo:

- **Inicio de floración:** estado en que el 50% de las plantas presentaba una flor abierta.
- **Inicio de crecimiento de vainas:** estado en que el 50% de las plantas presentaba sus primeras vainas con aproximadamente 2 cm de longitud.
- **Precosecha:** 7 días antes de la cosecha en verde.

Las mediciones efectuadas en cada muestreo, se realizaron en diez plantas ubicadas entre las hileras dos y seis de cada subparcela. Estas fueron identificadas y marcadas al estado de tres hojas, considerándose sólo aquellas plantas que se encontraban en competencia perfecta. Las mediciones realizadas fueron las siguientes:

- Altura de planta (cm), medida con una huincha métrica desde la base del cuello de las plantas hasta la inserción de la última hoja del tallo principal.
- Diámetro del tallo principal, medido con un pie de metro en la parte media del tallo.
- Número de ramas por planta.
- Número de nudos vegetativos y reproductivos por rama y eje principal
- Nudo de inserción de la primera vaina y altura de inserción en la planta (cm), medida con una huincha métrica desde la base del cuello.

Rendimiento y sus componentes. Una vez establecido el cultivo (25 días después de emergencia), y luego que las plantas alcanzaron el estado de tres hojas se marcaron tres grupos de diez plantas en competencia perfecta para realizar las evaluaciones de rendimiento. En este caso se emplearon las hileras tres, cuatro y cinco de cada subparcela, lo que permitió tener un total de 30 plantas identificadas por unidad experimental.

El momento de cosecha en verde se estimó mediante inspecciones visuales, considerando para ello el tamaño de los granos. Luego de realizada la cosecha, y considerando aleatoriamente diez plantas del total de las 30 cosechadas, se evaluaron los siguientes parámetros:

- Número de vainas por planta
- Número de granos por vaina
- Peso de 100 granos verdes
- Rendimiento industrial (relación grano - capi)
- Rendimiento de vainas por planta
- Rendimiento de granos por planta

A partir de los resultados obtenidos por planta se calcularon los rendimientos por hectárea en cada tratamiento.

Parámetros de calidad de la materia prima: Luego de realizada la cosecha, en cada subparcela se seleccionaron aleatoriamente 10 vainas y 15 granos, para medirles el ancho y el largo con un pie de metro. Estas mediciones permitieron caracterizar el material cosechado y apreciar su grado de uniformidad.

Manejo agronómico del cultivo

Preparación de suelo. El ensayo se sembró sobre suelo mullido y con buen contenido de humedad. La preparación del suelo se realizó a través de una aradura y dos rastrajes.

Sistema de riego. Se estableció un sistema de riego por surcos en las parcelas establecidas a 50 cm entre hileras y un sistema de riego por tendido en las parcelas establecidas a 35 cm entre hileras. Por ser un cultivo de otoño-invierno, durante la mayor parte de su desarrollo el abastecimiento hídrico provino de las lluvias. Sólo al final del ciclo de desarrollo fue necesario regar, dándose en definitiva un total de tres riegos.

Fertilización. Se aplicó el equivalente a 60 unidades de N y 60 unidades de P₂O₅ por hectárea, usando como fertilizantes urea y superfosfato triple, respectivamente. El nitrógeno se aplicó parcializado, considerándose 25 unidades a la siembra y 35 unidades a inicios de floración. La segunda parcialidad de nitrógeno se aplicó manualmente. El fósforo se aplicó en su totalidad al momento de siembra incorporándose con el último rastraje (el análisis de suelo realizado al predio se expone en el Anexo I).

Siembra. La siembra se realizó en forma manual el día 1 de Junio de 2006, depositándose una semilla por golpe en el fondo de los surcos previamente realizados con un arado de palo. La semilla posteriormente fue tapada con los pies, verificándose en terreno que ésta quedara a una profundidad aproximada de 5 a 6 cm.

Control de malezas. Las malezas fueron controladas en forma mecánica y manual, siendo *Urtica urens* (Ortiga), *Stellaria media* (Quilloy-quilloy) y *Capsella bursa-pastoris* (Bolsita del pastor) las principales especies presentes. Las limpiezas manuales se realizaron periódicamente, lográndose un muy buen control de las malezas en el cultivo.

Plagas y enfermedades. Se realizaron cuatro aplicaciones contra *Botrytis fabae*, alternando el uso de iprodione con captan-benomilo. Para el control de larva minadora (*Liriomyza sp.*) se realizó una sola aplicación de cyromazina. En los últimos estados de desarrollo del cultivo se detectó un ataque de cuncunilla (*Rachiplusia nu*), la que fue controlada mediante una aplicación de alfacipermetrina. Todas las aplicaciones fueron realizadas mediante una motobomba de espalda. Los productos comerciales, con sus dosis y fechas de aplicación, se muestran en el Apéndice II.

Cosecha. El momento de cosecha en vaina verde se determinó en forma visual, considerándose como indicador fundamental que el tamaño promedio de los granos estuviera entre 0,8 y 1,2 cm de largo, y que los granos de madurez más avanzada no presentaran una longitud superior a 1,6 cm (Figura 2). La cosecha se realizó en forma manual entre los 133 y 137 días después de la siembra, considerando una sola cosecha por tratamiento, tal como ocurre al realizar una cosecha mecanizada.

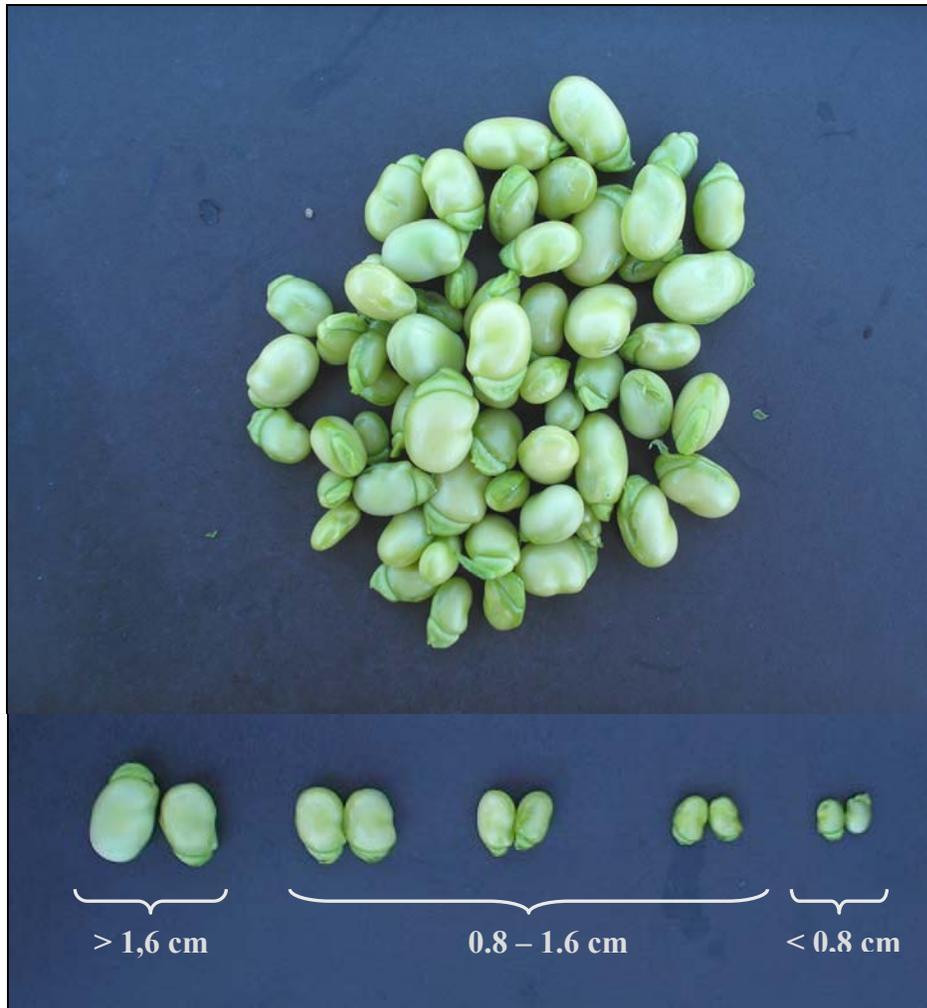


Figura 2. Comparación visual del tamaño de los granos seleccionados en cosecha.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el estudio fueron sometidos a dos análisis de varianza (ANDEVA). En un comienzo, se realizó un análisis de varianza combinado, con el fin de determinar la magnitud de la interacción entre densidades y cultivares, sin embargo no se obtuvo diferencias significativas entre las variables, por lo que se procedió a realizar un análisis por separado, de varianza simple, entre los cultivares y las distancias sobre hilera, respecto de las distancias entre hileras. En aquellos casos en que se obtuvieron diferencias significativas, se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey, para un nivel de significancia del 5%. Además, para comparar el comportamiento de algunos parámetros, considerando los valores por ellos obtenidos en cada una de las parcelas principales, se aplicó la prueba t-Student, con un nivel de significancia del 5%. Los análisis se realizaron con el programa estadístico STATGRAPHICS plus versión 5.0.

RESULTADOS

Efecto de la densidad de plantas en el desarrollo del cultivo

Estados fenológicos

En la Figura 3 se presenta un diagrama que caracteriza la evolución de las etapas de desarrollo de los dos cultivares de haba durante el periodo experimental. Las plantas emergieron 25 días después de la siembra. La primera rama basal, en tanto, se expresó en promedio 9 días después de la emergencia (34 días después de la siembra), sin haber diferencias estadísticas entre los tratamientos. En ese momento, el eje principal presentaba tres nudos vegetativos.

La fase vegetativa se extendió hasta los 94 días después de la siembra. En ese momento aparecieron las primeras estructuras florales dándose inicio a la fase reproductiva; ésta tuvo una duración de 42 días, desde el inicio de floración hasta la cosecha de vaina verde. No se evidenciaron diferencias estadísticas entre las densidades evaluadas ni entre los cultivares.

La duración del ciclo hasta cosecha no presentó diferencias significativas entre los cultivares, extendiéndose en promedio 137 y 134 días desde siembra a cosecha, para las poblaciones establecidas a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente. Las mayores diferencias se presentaron entre las densidades, ya que las plantas establecidas a mayor densidad (35 x 10 cm) tardaron mayor tiempo en alcanzar el estado de cosecha en verde con una diferencia de 4 días respecto de aquellas que se sembraron a la menor densidad (50 x 14,3 cm) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de días requeridos por las diferentes densidades para alcanzar el estado de cosecha en verde.

Distancia sobre hilera	Distancia entre hilera	
	35 cm	50 cm
Días		
10,0 cm	137 a ¹	135 a
14,3 cm	135 b	133 b

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

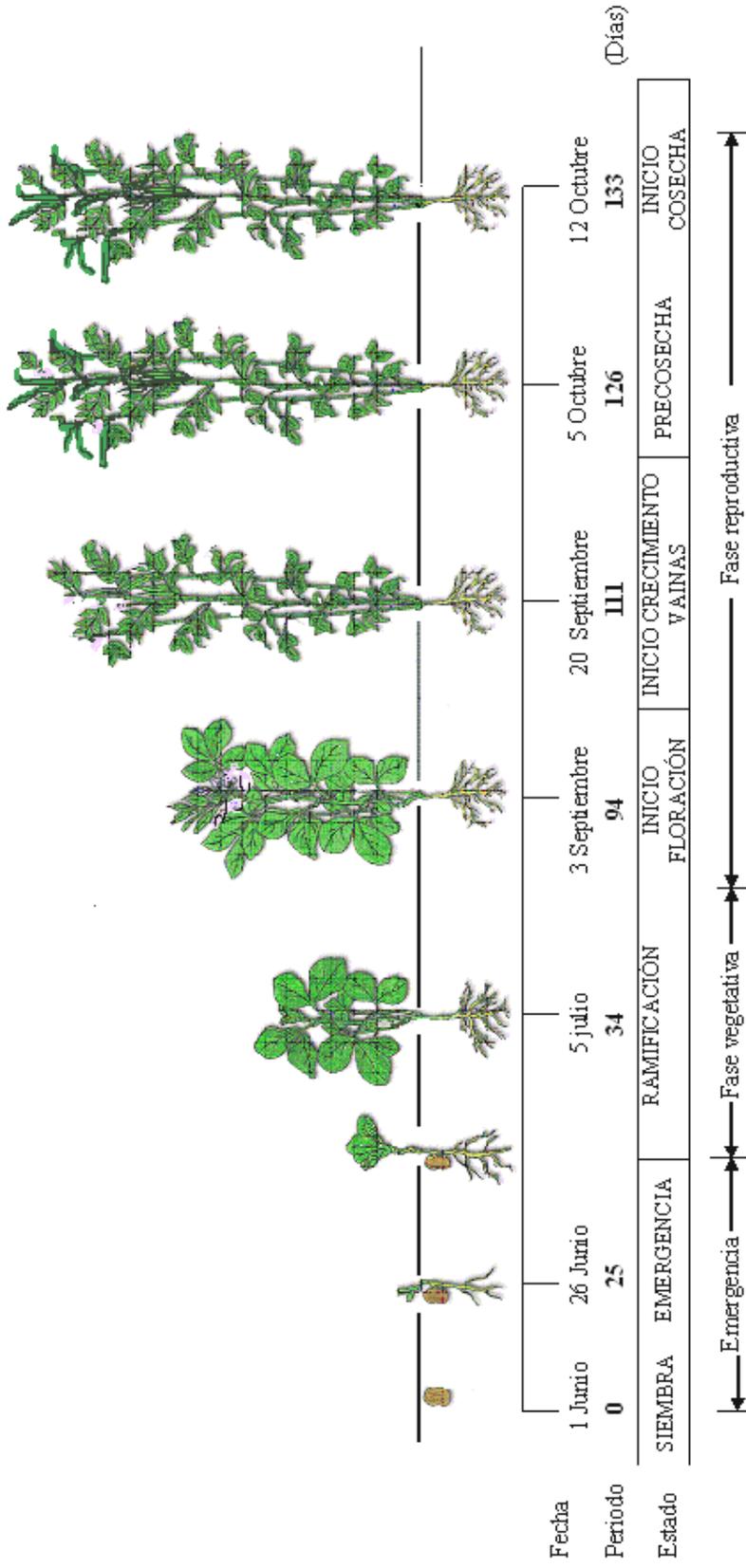


Figura 3. Fenofases del desarrollo vegetativo y reproductivo de los cultivares de haba (*Vicia faba* L.) de hábito de crecimiento determinado, evaluado en el trabajo experimental realizado en Rancagua, VI región.

Requerimientos calóricos

Los requerimientos térmicos necesarios para lograr los diferentes estados de desarrollo constituyen un parámetro importante para la planificación de las siembras y la estimación de las fechas de cosecha. En el Cuadro 3 se presentan las unidades calóricas promedio requeridas por los cultivares evaluados, los que mostraron ser muy similares en cuanto a la duración de sus estados de desarrollo.

Cuadro 3. Requerimiento de unidades calóricas (U. C.), para diferentes etapas de desarrollo en los cultivares Retaca y Verde Bonita

Estado de desarrollo	Unidades calóricas (U. C.)	
	Cultivar	
	Retaca	Verde Bonita
Siembra – Emergencia	121,3	125,8
Siembra – Inicio de floración	426,8	428,9
Siembra – Inicio de crecimiento de vaina	527,8	535,9
Siembra – Cosecha en verde	729,3	734,3

Las condiciones ambientales fueron ideales para el desarrollo del cultivo, puesto que no se produjeron heladas durante la etapa reproductiva y la temperatura máxima promedio no superó los 21 °C (Apéndice I). En total se produjeron 14 heladas, siendo la temperatura más baja de -3,4 °C, registrada a fines de Julio, en pleno etapa de desarrollo vegetativo, sin evidenciarse daños en el cultivo. La temperatura más alta registrada fue de 27,9 °C en la segunda quincena de Septiembre. Las precipitaciones, en tanto, sumaron un total de 595,6 mm, siendo la última lluvia de importancia (mayor a los 30 mm), la primera quincena de Agosto, antes de inicio de floración.

Efecto de la densidad de plantas sobre parámetros de crecimiento

El análisis estadístico de los resultados, indicó que para las variables consideradas no se observaron interacciones significativas entre densidad x cultivar; por lo tanto, los resultados serán analizados en forma separada según el comportamiento presentado por los cultivares y las distancias sobre la hilera, respecto de las distancias entre las hileras evaluadas (35 y 50 cm).

Altura de planta

En las Figuras 4 y 5, se presenta la altura de las plantas, tanto para los cultivares como para las densidades, respectivamente.

Como se aprecia en la Figura 4, en los tres estados de desarrollo, y para cada distancia entre hilera, los dos cultivares presentaron diferencias estadísticas significativas, destacándose Verde Bonita como el cultivar de mayor altura. Al estado de inicio de floración, este cultivar al ser establecido a la mayor densidad había cubierto toda la superficie, provocándose con ello una mayor competencia por luz. Esto habría determinado la mayor altura obtenida por Verde Bonita a esa distancia, llegando a superar los 67 cm al estado de precosecha (Figura 4); altura que fue 10 cm mayor que cuando estuvo establecida a 50 cm entre hileras. Sin embargo, el aumento de altura no determinó la mayor producción de ramas (Cuadro 6). Por el contrario, el cultivar Retaca a partir del estado de inicio de floración creció muy poco, no observándose mayores diferencias entre las distancias entre hileras de 50 y 35 cm. Posteriormente, en las etapas siguientes, las plantas establecidas a 35 cm entre hileras presentaron una altura levemente mayor que las establecidas a 50 cm entre hileras, observándose principalmente, para este cultivar, una diferencia de altura de tan sólo un centímetro entre ambas distancias entre hileras.

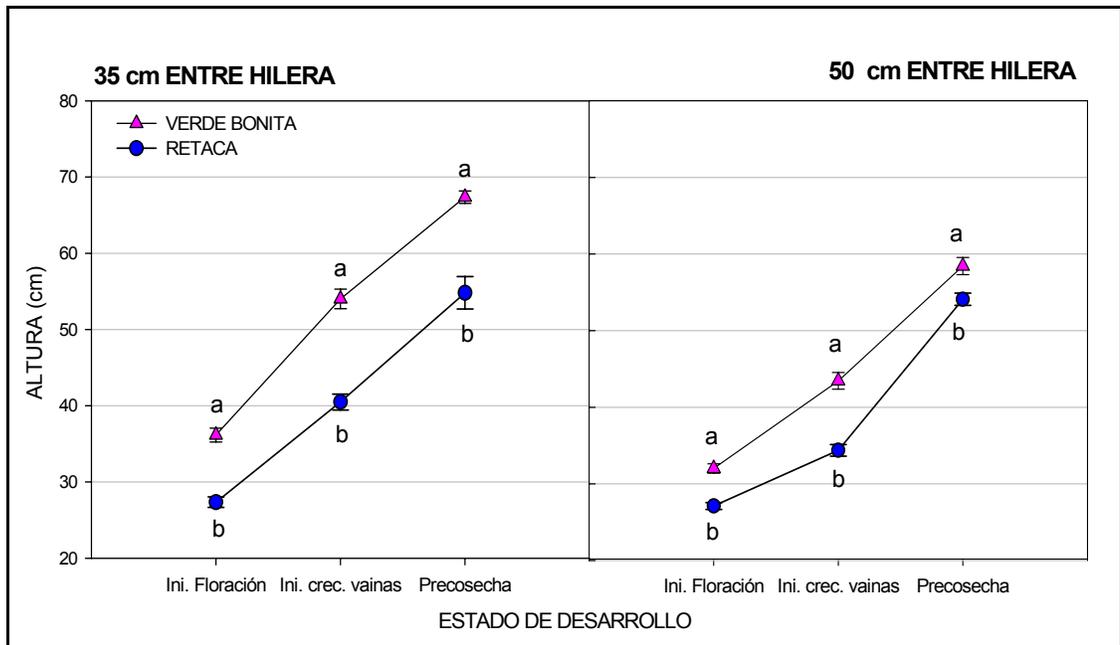


Figura 4. Altura obtenida por las plantas de los cultivares evaluados, en los distintos estados de desarrollo. Letras diferentes, en el mismo estado de desarrollo, indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En la Figura 5, se aprecia el efecto de las densidades evaluadas (considerando ambos cultivares) sobre la altura de las plantas, observándose que para el ensayo establecido a 35 cm existieron diferencias significativas en la altura de las plantas, entre las dos distancia sobre hileras, en los tres estados de desarrollo evaluados. En el ensayo de mayor distancia entre hileras, en cambio, sólo se observaron diferencias al estado de inicio de crecimiento de vainas. Al comparar ambas distancias entre hileras, se observa que a partir de inicio de floración, las plantas de las mayores densidades (35 x 10 cm y 35 x 14,3 cm) comenzaron a superar en altura a las de menores densidades (50 x 10 cm y 50 x 14,3 cm); esta diferencia continuó incrementándose en la medida que el cultivo avanzó en su desarrollo. Así, en la Figura 5 se puede observar que al momento de precosecha la mayor altura de planta (64 cm) se alcanzó en la densidad mayor (35 x 10 cm), mientras que en las poblaciones establecidas a 50 cm entre hileras las plantas sólo alcanzaron una altura de 57 cm, siendo estadísticamente diferentes.

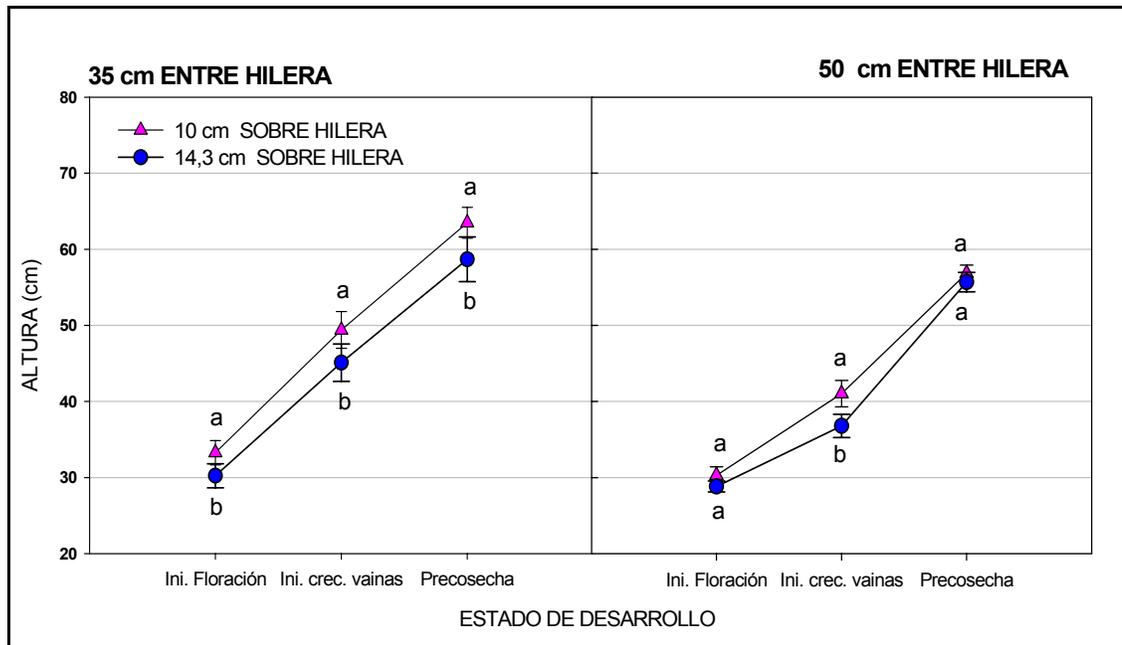


Figura 5. Altura de planta en los distintos estados de desarrollo, en dos cultivares de haba, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm. Letras diferentes, en el mismo estado de desarrollo, indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Diámetro del tallo principal

En el Cuadro 4 se puede observar que en los dos primeros estados de desarrollo evaluados, Verde Bonita presentó un tallo principal cuyo diámetro fue significativamente mayor que el de Retaca, para ambas distancias entre hileras. Sólo al estado de precosecha, y a la distancia de 50 cm entre hileras, los cultivares no presentaron diferencias significativas, promediando ambos un grosor de tallo principal de 0,93 cm; a 35 cm en cambio, se produjeron diferencias entre los cultivares, siendo el grosor promedio del tallo principal del cultivar Verde Bonita superior al obtenido por Retaca, ambos cultivares, en tanto, presentaron un menor diámetro de tallo a menor distancia entre hileras. En Verde Bonita, a pesar de que sus plantas crecieron 10 cm más en altura cuando se establecieron a 35 cm respecto de 50 cm, el grosor de sus tallos se mantuvo constante (Figura 4). En el cultivar Retaca en cambio, la diferencia de altura de plantas en ambos ensayos fue solamente de 1 cm (Figura 5), pero el diámetro de su tallo principal disminuyó significativamente al sembrarse a 35 cm entre hileras.

Cuadro 4. Diámetro promedio del tallo principal (cm), en los cultivares Retaca y Verde Bonita, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	Estados de desarrollo					
	Inicio de floración		Inicio de crecimiento de vaina		Precosecha	
	Distancia entre las hileras					
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
Retaca	0,67 b ¹	0,64 b	0,72 b	0,78 b	0,78 b	0,91 a
Verde Bonita	0,82 a	0,77 a	0,86 a	0,85 a	0,92 a	0,94 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Al realizar el análisis del diámetro del tallo principal, sólo para las densidades, considerando ambos cultivares (Cuadro 5), se observa que si bien hubo una disminución del grosor del tallo principal, en la medida que la distancia sobre la hilera fue menor, no se obtuvieron diferencias significativas. Los valores promedio para grosor del tallo principal al estado de precosecha fueron de 0,85 y 0,94 cm, para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente.

Cuadro 5. Diámetro promedio del tallo principal (cm), en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Estado de desarrollo					
	Inicio de floración		Inicio de crecimiento de vaina		Precosecha	
	Distancia entre las hileras					
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	0,74 ¹	0,68	0,78	0,81	0,84	0,88
14,3 cm	0,74	0,72	0,80	0,83	0,86	0,99

⁽¹⁾ No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Número de ramas por planta

En los dos cultivares evaluados este parámetro presentó diferencias estadísticas significativas en los estados de inicio de floración y de inicio de crecimiento de vainas. Sin embargo, en el estado de precosecha las diferencias no se mantuvieron, obteniéndose para ambos cultivares, un valor promedio de 6,2 ramas para las poblaciones establecidas a 35 cm entre hileras y de 6,9 para las poblaciones establecidas a 50 cm entre hileras. No obstante, se aprecia que el cultivar Retaca produjo un mayor número de ramas por planta a través de su desarrollo (Figura 6).

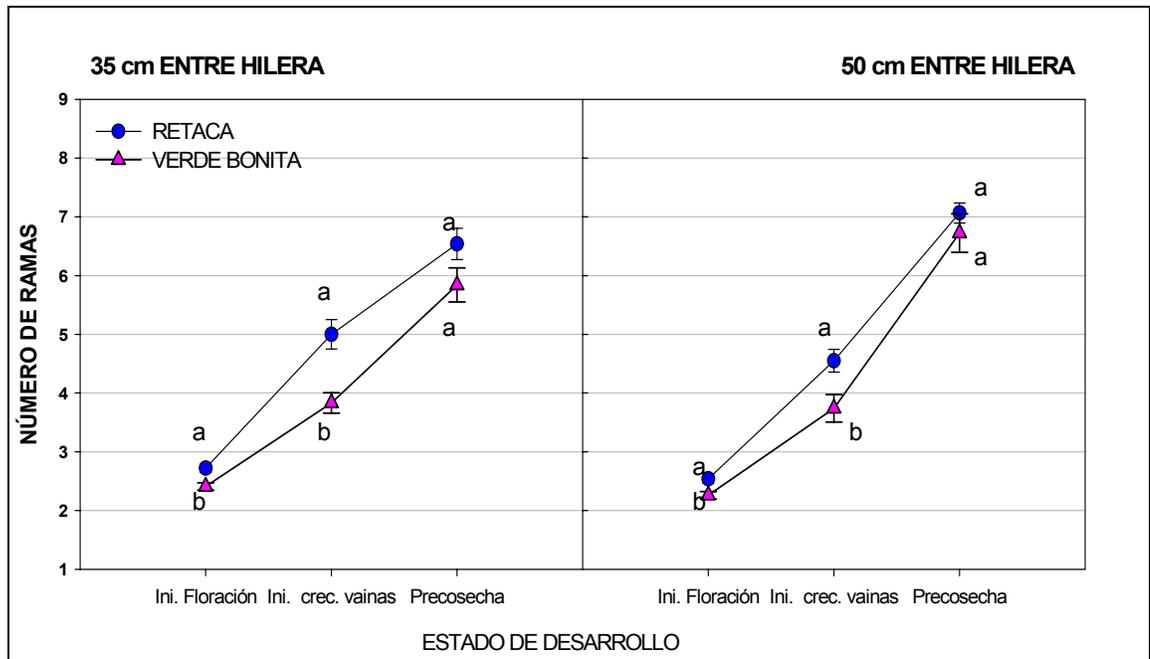


Figura 6. Número promedio de ramas por planta en los cultivares Retaca y Verde Bonita, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm. Letras diferentes, en el mismo estado de desarrollo, indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El número de ramas basales, secundarias y terciarias producido por las plantas de cada cultivar, no presentó diferencias significativas (Figura 7). Ambos cultivares, considerados en conjunto, produjeron en promedio 1,7 y 1,5 ramas basales; 3,4 y 3,1 ramas secundarias y 1,5 y 1,8 ramas terciarias, en las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente.

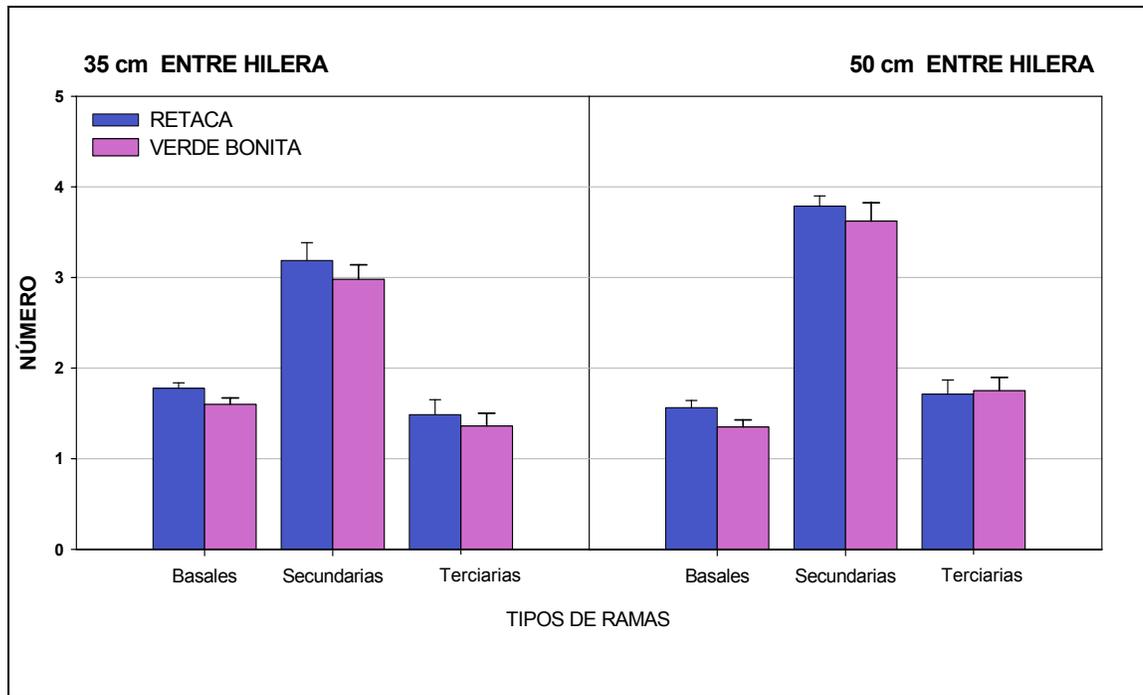


Figura 7. Número promedio de ramas basales, secundarias y terciarias producida por planta, en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm. No se encontraron diferencias significativas entre las variedades para cada tipo de rama ($p \leq 0,05$).

Al realizar el análisis sólo para las densidades de plantas, estimando ambos cultivares, se observa que el número de ramas por planta no presentó diferencias estadísticas al momento de inicio de floración (Cuadro 6). Esto podría explicarse en base a que al momento de floración las plantas presentaban poco crecimiento, con una altura inferior a 40 cm. Sin embargo, en la medida que el cultivo avanzó en su desarrollo, acentuándose con ello la competencia en los tratamientos que contemplaron una mayor cantidad de plantas sobre la hilera, comenzaron a existir diferencias en la cantidad de ramas producidas. Así, al momento de precosecha, se obtuvo un número de ramas totales significativamente mayor en las plantas establecidas a mayor distancia sobre la hilera, en cada una de las distancias entre hileras evaluadas. Igualmente, cabe destacar, que la mayor producción de ramas se presentó en las plantas establecidas a la menor densidad (50 x 14,3 cm) las cuales obtuvieron en promedio 1,5 ramas más por planta que aquellas sometidas a la mayor densidad de población (35 x 10 cm). En aquellos tratamientos con igual densidad de plantas, pero con diferente arreglo espacial (50 x 10 cm/35 x 14,3 cm), la producción total de ramas fue prácticamente igual (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número promedio de ramas por planta según distancia sobre hilera, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Estado de desarrollo					
	Inicio de floración		Inicio de crecimiento de vaina		Precosecha	
	Distancia entre las hileras					
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	2,6 a ¹	2,5 a	4,1 b	3,9 a	5,8 b	6,5 b
14,3 cm	2,7 a	2,3 a	4,8 a	4,4 a	6,6 a	7,3 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Respecto de los tipos de ramas producidas dentro de cada distancia entre hileras, no se observaron diferencias significativas, a excepción de lo ocurrido con las ramas secundarias, cuyo número fue menor en las plantas establecidas a menor distancia sobre hilera. Cabe destacar que las plantas sembradas a 35 cm entre hilera presentaron un mayor número de ramas basales por planta (Cuadro 7) y que su producción se vio afectada por el arreglo espacial, ya que a igual densidad de plantas, aquellas establecidas a 35 x 14,3 cm presentaron más ramas basales que aquellas establecidas a 50 x 10 cm (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de ramas basales, secundarias y terciarias al momento de precosecha, en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Tipo de ramas					
	Basales		Secundarias		Terciarias	
	Distancia entre las hileras					
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	1,6 a ¹	1,4 a	2,8 b	3,5 b	1,4 a	1,6 a
14,3 cm	1,7 a	1,5 a	3,4 a	3,9 a	1,5 a	1,9 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Para los cultivares de hábito de crecimiento determinado, como es el caso de Retaca y Verde Bonita, la presencia de ramas secundarias en general no es deseable, ya que éstas se desarrollan a partir de ramas basales generando un crecimiento más tardío, y por ende, una desuniformidad en la madurez que va en desmedro de la calidad del producto final. En este sentido, en las cuatro densidades las ramas secundarias llegaron a desarrollar vainas, pero por encontrarse más inmaduras respecto de aquellas provenientes del eje principal y de las ramas basales, no aportaron básicamente al rendimiento.

Número de nudos vegetativos en el eje principal

En los Cuadros 8 y 9 se muestran los valores promedio en el número de nudos vegetativos en el tallo principal al momento de precosecha, para los dos cultivares, y las distancias entre y sobre hileras respectivamente.

Cuadro 8. Número promedio de nudos vegetativos en el eje principal de los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	Distancia entre las hileras	
	35 cm	50 cm
Retaca	5,4 b ¹	5,3 b
Verde Bonita	6,3 a	6,1 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El número de nudos vegetativos del eje principal en el cv. Verde Bonita superó significativamente al número de nudos vegetativos obtenido por Retaca, el cual presentó en promedio, para ambas distancias entre hileras, un nudo vegetativo menos que el cultivar Verde Bonita (Cuadro 8).

Por otra parte, la densidad de plantas no presentó efectos significativos sobre el número de nudos vegetativos en el eje principal (Cuadro 9), alcanzándose un promedio de 5,9 nudos para las plantas establecidas a 35 cm entre hileras, y un promedio de 5,7 para las plantas establecidas a 50 cm entre hileras.

Cuadro 9. Número promedio de nudos vegetativos en el eje principal en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Distancia entre las hileras	
	35 cm	50 cm
10,0 cm	5,8 ¹	5,6
14,3 cm	5,9	5,7

⁽¹⁾ No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Cabe destacar que las plantas a pesar de aumentar su altura en las mayores densidades (Figura 5), el número de nudos vegetativos en el eje principal no se vio afectado (Cuadro 9), presentando a su vez un bajo coeficiente de correlación entre ambos parámetros (Apéndice III, Figura 1). Esto significa que el número de nudos vegetativos en el eje principal es un carácter que está determinado genéticamente por cultivar evaluado.

Número de nudos reproductivos en el eje principal

La densidad de plantas no tuvo efecto significativo en la producción de nudos reproductivos en el eje principal en ninguno de los estados de desarrollo, llegándose a la precosecha con un promedio de 4,4 nudos para las poblaciones establecidas a 35 cm entre las hileras y de 4,2 para las poblaciones establecidas a 50 cm entre las hileras (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número promedio de nudos reproductivos en el eje principal, en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, en tres estados de desarrollo, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Estado de desarrollo					
	Inicio de floración		Inicio de crecimiento de vaina		Precosecha	
	Distancia entre las hileras					
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	3,6 ¹	3,3	4,1	4,0	4,4	4,1
14,3 cm	3,7	3,4	4,2	4,1	4,4	4,3

⁽¹⁾No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En la Figura 8, por otra parte, se aprecia que en los estados de inicio de crecimiento de vaina y precosecha se produjeron diferencias estadísticas por parte de los cultivares, obteniéndose un menor número de nudos reproductivos en el eje principal en el caso del cultivar Retaca.

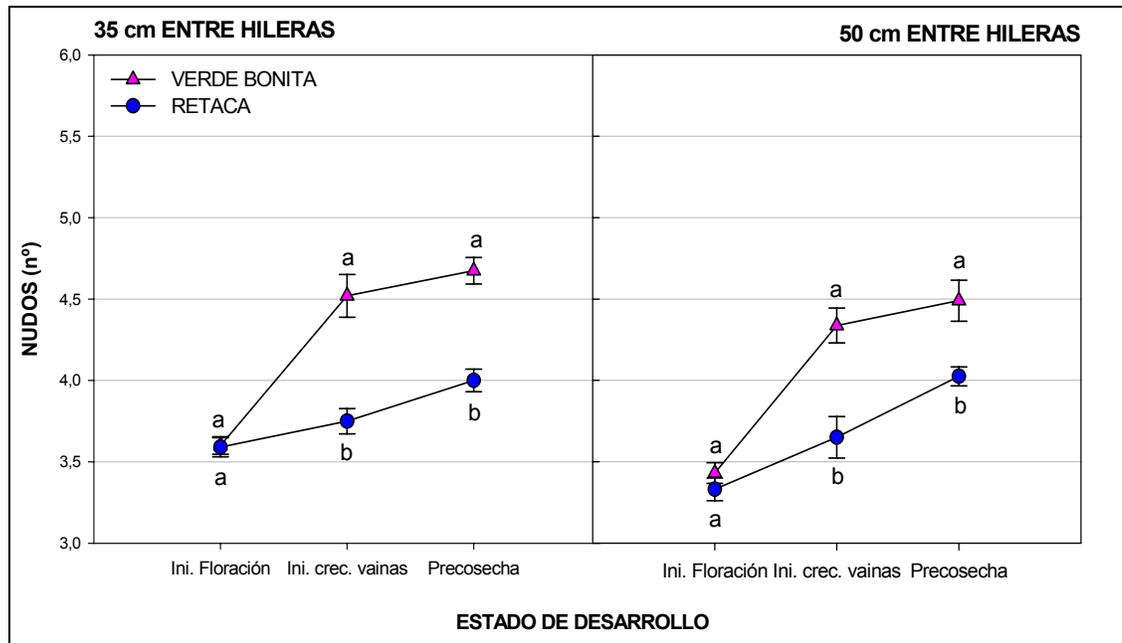


Figura 8. Número de nudos reproductivos en el eje principal para los cultivares Retaca y Verde Bonita para distancias entre hileras de 35 y 50 cm. Letras diferentes, en el mismo estado de desarrollo, indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Número de nudos reproductivos por planta y número de vainas por nudo reproductivo

El cultivar Retaca presentó un número total de nudos reproductivos por planta significativamente mayor que el obtenido por el cultivar Verde Bonita (Cuadro 11). Ambos cultivares, en todo caso, desarrollaron un nudo reproductivo más por planta cuando fueron establecidos a una mayor distancia entre hileras (50 cm).

Por otra parte, la densidad de plantas no presentó efectos significativos sobre los cultivares, en cuanto al número de vainas por nudo reproductivo, (Cuadro 11), alcanzándose un promedio de 0,9 vainas para las plantas establecidas a 35 cm entre hileras, y un promedio de 1,0 para las plantas establecidas a 50 cm entre hileras.

Cuadro 11. Número de nudos reproductivos por planta y número de vainas por nudo reproductivo en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	Número de nudos reproductivos por planta		Número de vainas por nudo reproductivo	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
Retaca	12,9 a ¹	13,9 a	0,94 a	1,00 a
Verde Bonita	10,2 b	11,2 b	0,89 a	0,98 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El análisis realizado solamente para las densidades de plantas, considerando ambos cultivares en conjunto (Cuadro 12), demostró que a pesar de existir una disminución del número de nudos reproductivos totales por planta en la medida que aumentó el número de plantas por metro lineal, las diferencias no alcanzaron niveles de significancia, obteniéndose un promedio de 11,5 y 12,6 nudos reproductivos por planta para las poblaciones a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente. Cabe destacar, sin embargo, que en la población mayor (35 x 10 cm) se produjeron dos nudos reproductivos menos que en la población más baja (50 x 14,3 cm). En las plantas establecidas a la misma densidad, pero con diferente arreglo espacial (50 x 10 cm y 35 x 14,3 cm) el valor se mantuvo relativamente constante.

Con relación al número de vainas por nudo reproductivo se puede observar que sólo en las poblaciones establecidas a 35 cm entre hileras se obtuvieron diferencias significativas, siendo las plantas sembradas a menor distancia sobre la hilera (10 cm) las que presentaron un menor número de vainas por nudo (cuadro 12). Sin embargo, al comparar los valores obtenidos en cada distancia entre hilera, se obtuvo que las plantas desarrollaron un número de vainas por nudo significativamente menor al ser dispuestas a una menor distancia entre hileras (35 cm).

Cuadro 12. Número de nudos reproductivos por planta y número de vainas por nudo reproductivo, en dos cultivares de haba, según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Número de nudos reproductivos por planta		Número de vainas por nudo reproductivo	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	11,0 a ¹	11,8 a	0,85 b	0,98 a
14,3 cm	12,0 a	13,3 a	0,97 a	0,99 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Cabe destacar, que las ramas basales al desarrollarse casi paralelamente al eje principal, aportan con nudos reproductivos de importancia para el rendimiento final. En este estudio, las ramas basales representaron más del 50% de los nudos reproductivos totales producidos por planta (Cuadro 13). Si bien no existieron diferencias significativas entre las densidades evaluadas, en los cultivares si se presentaron diferencias, siendo Verde Bonita el que realizó el mayor aporte de nudos reproductivos por parte de las ramas basales, en las dos distancias entre hileras evaluadas.

Cuadro 13. Relación porcentual entre el número de nudos reproductivos totales y el generado por las ramas basales producidos por las plantas de cada cultivar y densidad de plantas.

FACTOR	35 cm entre las hileras			50 cm entre las hileras		
	Totales (N°)	Basales (N°)	Relación porcentual (%)	Totales (N°)	Basales (N°)	Relación porcentual (%)
<i>Cultivar</i>						
Retaca	12,9 a ¹	6,3 a	48,8 b	13,9 a	6,9 a	49,6 b
Verde Bonita	10,2 b	5,6 a	54,9 a	11,2 b	6,7 a	59,8 a
<i>Distancia sobre la hilera</i>						
10,0 cm	11,0 a	5,6 a	50,9 a	11,8 a	6,6 a	55,9 a
14,3 cm	12,0 a	6,3 a	52,5 a	13,3 a	7,0 a	52,6 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Nudo de inserción de la primera vaina y altura de inserción en la planta

Una de las variables importantes a considerar para el establecimiento de una cosecha mecanizada, es la altura existente entre el nivel del suelo y la primera vaina comercial. Como se observa en el Cuadro 14, existieron diferencias entre los cultivares Retaca y Verde Bonita, siendo significativamente mayor la altura de inserción en Verde Bonita. Independientemente de ello, al comparar ambas distancias entre hileras, en los dos cultivares se observó un aumento en la altura de inserción de la primera vaina en la medida que disminuyó la distancia entre las hileras de 50 a 35 cm, siendo estos valores estadísticamente diferentes. Por otra parte, se aprecia que en el cultivar Retaca la primera vaina se insertó en el quinto nudo, mientras que en Verde Bonita, esto ocurrió en el sexto nudo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Nudo de inserción de la primera vaina comercial y su altura, en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	Altura a primera vaina (cm)		Nudo de inserción de 1° vaina	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
Retaca	27,2 b ¹	24,4 b	5 b	5 b
Verde Bonita	35,4 a	30,8 a	6 a	6 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En el Cuadro 15, al evaluar la densidad, considerando ambos cultivares, se aprecia que hubo un aumento significativo en la altura de inserción de la primera vaina comercial en la medida que aumentó la densidad de plantas. Esto está directamente relacionado con el aumento de la altura de plantas (Figura 5), ya que al correlacionar ambos parámetros los valores obtenidos fueron significativos ($r = 0,8$ y $r = 0,7$ para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente. Apéndice III, Figura 2). En cuanto al nudo de inserción de la primera vaina no existieron diferencias entre las densidades; así, tanto en las poblaciones establecidas a 35 cm como a 50 cm entre hileras, la primera vaina se ubicó en el sexto nudo. Esto significa que la inserción de la primera vaina es un carácter que depende básicamente del cultivar evaluado.

Cuadro 15. Altura y nudo de inserción de la primera vaina comercial, según nivel poblacional

Distancia sobre la hilera	Altura a primera vaina (cm)		Nudo de inserción de 1° vaina	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	34,4 a ¹	29,3 a	6 a	6 a
14,3 cm	28,2 b	25,9 b	6 a	6 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Efecto de la densidad de plantas sobre los componentes del rendimiento

El análisis estadístico de los resultados, indicó que para las variables consideradas no se observaron interacciones significativas entre densidad x cultivar; por ésta razón, los resultados serán analizados en forma separada según el comportamiento presentado por los cultivares y las distancias sobre la hilera, respecto de las distancias entre las hileras evaluadas (35 y 50 cm).

El rendimiento del haba expresado como grano verde, resulta de la expresión de tres componentes primarios: el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso promedio de los granos. Todos estos parámetros fueron medidos al momento de cosecha.

Número de vainas por planta

El número de vainas por planta obtenido por ambos cultivares, dentro de cada distancia entre hilera, no presentó diferencias significativas, produciéndose en promedio 9,9 y 10,7 vainas por planta, cuando éstas se establecieron a 35 y 50 cm entre hileras respectivamente. No obstante, ambos cultivares mostraron una disminución en el número de vainas obtenidas por planta al estrechar la distancia entre hileras de 50 a 35 cm, siendo estos valores estadísticamente significativos (Cuadro 16).

Debe destacarse además, que el diferente arreglo espacial evaluado en este ensayo (50 x 10 cm y 35 x 14,3 cm) manteniendo la misma densidad de plantas (200.000 plantas/ha), no afectó el número de vainas por planta obtenido en el cultivar Retaca (Cuadro 17). En Verde Bonita sin embargo, se obtuvo un número más alto de vainas cuando las plantas se establecieron a menor distancia entre la hilera, pero más espaciadas sobre la hilera (35 x 14,3 cm), obteniéndose una vaina más por planta (Cuadro 17).

El número de vainas por planta, independientemente del cultivar, fue inversamente proporcional a la densidad de plantas. Es decir, el mayor número (11,4) se obtuvo con la densidad más baja (50 x 14,3 cm) y el menor número de vainas (9,1) con la población mayor (35 x 10 cm), tal como se aprecia en el Cuadro 17.

Cuadro 16. Componentes primarios de rendimiento en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para dos distancias entre hileras

Cultivar	Número de vainas por planta		Número de granos por vaina		Peso de 100 granos verdes (g)	
	Distancia entre las hileras					
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
Retaca	9,9 ¹	11,0	3,3	3,2	38,5	42,1
Verde Bonita	9,8	10,4	3,5	3,4	41,6	39,3

⁽¹⁾No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Número de granos por vaina y peso promedio de los granos

El número de granos por vaina y el peso promedio de los granos no mostraron diferencias entre los cultivares, arrojando en promedio 3,4 y 3,3 granos por vaina y un peso de 100 granos de 40,1 y 40,7 g, para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente (Cuadro 16).

Como se observa en el Cuadro 17, el peso promedio de los granos y el número de granos por vaina no se vieron afectados por cambios en la densidad de plantas, obteniéndose un valor promedio de peso de 100 granos de 39,8 y 40,7 g, para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente, y un valor promedio para las cuatro densidades de 3,4 granos por vaina.

Cabe destacar que para el componente correspondiente al peso de 100 granos, hubo un mayor valor cuando las plantas se distribuyeron en un arreglo espacial de 50 x 10 cm versus el logrado con 35 x 14,3 cm (Cuadro 17), sin embargo, estas diferencias no fueron significativas.

Cuadro 17. Componentes primarios de rendimiento obtenidos según la distancia sobre hilera, para dos distancias entre hileras

Distancia sobre la hilera	Número de vainas por planta		Número de granos por vaina		Peso de 100 granos verdes (g)	
	Distancia entre las hileras				35 cm	50 cm
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm		
10,0 cm	9,1 b ¹	10,1 b	3,4 a	3,3 a	40,8 a	42,4 a
14,3 cm	10,6 a	11,4 a	3,4 a	3,4 a	38,7 a	39,0 a
Factor						
*R x 10 cm	8,9	10,6	3,3	3,3	38,9	43,5
*R x 14,3 cm	10,8	11,4	3,4	3,2	38,1	40,7
*VB x 10 cm	9,4	9,5	3,5	3,5	42,8	41,4
*VB x 14,3 cm	10,5	11,3	3,4	3,4	39,1	37,2

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Factores con * no presentaron interacción estadísticamente significativa. R: Retaca; VB: Verde Bonita.

Rendimiento industrial

El rendimiento industrial es un parámetro obtenido entre la relación del peso total de granos respecto del peso total de vainas y determina que porcentaje, del total de las vainas, corresponde a la parte congelable o económicamente útil para la industria. Normalmente el valor porcentual de esta relación, está estrechamente ligado a la madurez de cosecha, y a aspectos genéticos tales como el grosor de los capis, el número de granos por vaina y el tamaño de los granos.

En este trabajo los rendimientos industriales obtenidos por los cultivares Retaca y Verde Bonita no mostraron diferencias significativas. El peso de los granos representó un 20,9% y 20,7% del peso total de las vainas para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras respectivamente (Cuadro 18).

Cuadro 18. Rendimiento industrial obtenido en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	Relación PG/PVC (%)	
	Distancia entre las hileras	
	35 cm	50 cm
Retaca	21,8 ¹	20,3
Verde Bonita	20,1	21,0

⁽¹⁾ No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). PG: Peso de grano; PVC: Peso de vaina completa.

Una situación similar se presentó cuando el análisis se realizó solamente para las densidades, considerando ambos cultivares, donde tampoco existieron diferencias significativas en el rendimiento industrial. El peso de los granos representó un 21,0 y 20,7 % del peso total de las vainas para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras, respectivamente (Cuadro 19).

Cuadro 19. Evaluación del rendimiento industrial según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Relación PG/PVCG (%)	
	Distancia entre las hileras	
	35 cm	50 cm
10,0 cm	20,2 ¹	20,4
14,3 cm	21,7	20,9

⁽¹⁾No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). PG: Peso de grano; PVCG: Peso de vaina con granos.

Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento

El análisis estadístico de los resultados, indicó que para las variables consideradas no se observaron interacciones significativas entre densidad x cultivar; por lo tanto, los resultados serán analizados en forma separada según el comportamiento presentado por los cultivares y las distancias sobre la hilera, respecto de las distancias entre las hileras evaluadas (35 y 50 cm).

Dado que todas las mediciones de rendimiento se hicieron sobre plantas en competencia perfecta, el rendimiento por hectárea, que corresponde teóricamente al rendimiento en grano o vaina por planta multiplicado por el número de plantas por hectárea, se ajustó a las poblaciones teóricas correspondientes a cada una de las densidades evaluadas. Estas fueron de 140.000 pl/ha en la densidad menor (50 x 14,3 cm); 286.000 pl/ha en la densidad mayor (35 x 10 cm) y 200.000 pl/ha en las densidades intermedias (50 x 10 cm y 35 x 14,3 cm).

Rendimiento en vaina verde por planta y por hectárea

Al analizar el comportamiento de los cultivares en cuanto al rendimiento de vaina verde por planta, se observa en el Cuadro 20, que estos no presentaron diferencias significativas al establecerlos a 50 cm entre hileras, promediando un rendimiento de 55,7 g de vainas por planta. Sin embargo, al establecerlos a 35 cm entre hileras fueron estadísticamente diferentes. En este sentido el cultivar más afectado por los cambios de densidad fue Retaca, el cual produjo 10,6 g menos por planta al cambiar la distancia entre hileras de 50 a 35 cm, en tanto que en Verde Bonita los valores fueron prácticamente iguales.

La misma tendencia observada a nivel de planta, se presentó a nivel de superficie, en donde a 50 cm entre hileras no existieron diferencias entre ambos cultivares. Sin embargo, al disminuir la distancia entre hileras, aumentando con ello la densidad de plantas por hectárea, ambos cultivares aumentaron su rendimiento, destacándose Verde Bonita por presentar valores significativamente más altos (aproximadamente 2.700 kg de vainas/ha más que el cultivar Retaca) (Cuadro 20).

Cuadro 20. Rendimiento de vainas por planta y por hectárea en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	Rendimiento vainas/planta (g)		Rendimiento vainas/ha (kg)	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
Retaca	45,6 b ¹	55,8 a	10.848,5 b	9.439,6 a
Verde Bonita	56,3 a	55,6 a	13.583,4 a	9.253,2 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

A diferencia de lo que ocurrió al comparar los cultivares (Cuadro 20), en el análisis a nivel de densidades, cuando las plantas fueron establecidas a 35 cm entre hileras no se observaron diferencias significativas en los rendimientos de vainas al hacer variar la distancia sobre hilera, obteniéndose un rendimiento promedio por planta de 50,7 g. En las plantas establecidas a 50 cm entre hileras, en cambio, se observó un rendimiento significativamente mayor cuando estas se establecieron a 14,3 cm sobre hileras, con un aumento de 8,3 g por planta respecto de la población que consideró una distancia sobre hilera de 10 cm (Cuadro 21).

Los rendimientos por hectárea obtenidos por las dos distancias sobre hilera, en ambos ensayos, fueron estadísticamente diferentes (Cuadro 21), siendo directamente proporcional al aumento de densidad. Es decir, el mayor rendimiento de vainas/ha (13.859 kg) se obtuvo con la densidad más alta (35 x 10 cm) y el menor rendimiento de vainas/ha (8.378 kg), con la densidad menor (50 x 14,3 cm). Cabe destacar que el mayor rendimiento se logró con el cultivar Verde Bonita establecido a la mayor densidad (286.000 plantas/ha), es decir a 35 cm entre hileras y 10 cm sobre hileras. El menor rendimiento, en tanto, se logró con el cultivar Retaca a la densidad más baja, es decir con 140.000 plantas/ha (50 x 14,3 cm).

Cuadro 21. Rendimiento de vainas por planta y por hectárea según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Rendimiento vainas/planta (g)		Rendimiento vainas/ha (kg)	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	48,5 a ¹	51,6 b	13.859 a	10.314 a
14,3 cm	52,9 a	59,9 a	10.567 b	8.378 b
Factor				
*R x 10 cm	42,5	54,2	12.135	10.839
*R x 14,3 cm	47,8	57,5	9.550	8.043
*VB x 10 cm	54,5	49,0	15.588	9.793
*VB x 14,3 cm	58,0	62,3	11.584	8.714

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Factores con * no presentaron interacción estadísticamente significativa. R: Retaca; VB: Verde Bonita.

Al analizar los tratamientos establecidos a la misma densidad, pero con diferente arreglo espacial (35 x 14,3 cm y 50 x 10 cm), se observa que no se afectó el rendimiento al considerar el promedio de ambos cultivares (Cuadro 21). Al realizar el análisis por separado, ambos cultivares no presentaron diferencias en cuanto al rendimiento de vainas por planta. Sin embargo, se observó un rendimiento de vainas por hectárea significativamente mayor en el cultivar Verde Bonita cuando se estableció en forma más equidistante (35 x 14,3 cm), con un aumento de 1.791 kg/ha respecto de la población más rectangular (50 x 10 cm) (Cuadro 21).

Rendimiento en grano verde por planta y por hectárea

Al analizar el comportamiento de los cultivares, se observa en el Cuadro 22, que no existieron diferencias significativas para el rendimiento de grano por planta ni por hectárea, alcanzándose un promedio de 10,5 y 11,5 g/planta y de 2.513 y 1.910 kg/ha para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras respectivamente. Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos por cada cultivar a 50 cm y 35 cm entre hileras, los valores fueron estadísticamente diferentes, logrando en promedio un 24% más de rendimiento de granos por hectárea al disminuir la distancia entre las hileras, en ambos cultivares (Cuadro 22).

Cuadro 22. Rendimiento de granos por planta y por hectárea en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	Rendimiento granos/planta (g)		Rendimiento granos/ha (kg)	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
Retaca	9,9 ¹	11,4	2.358	1.904
Verde Bonita	11,1	11,5	2.669	1.915

⁽¹⁾No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En el Cuadro 23 se observa que los mayores valores de rendimiento de granos por planta se obtuvieron con las densidades más bajas en ambos ensayos, las cuales sin embargo, estuvieron asociadas a los menores rendimientos por hectárea; es decir, el menor rendimiento individual que presentan las plantas sembradas a una alta densidad puede ser compensado al punto de obtenerse mayores rendimientos por superficie, por el hecho de tener una mayor población.

Al comparar las densidades medias (200.000 plantas/ha), se observó que la combinación más favorable para las plantas fue la de 14,3 cm sobre hileras con 35 cm entre hileras (Cuadros 23).

Cuadro 23. Rendimiento de granos por planta y por hectárea obtenido según distancia sobre hilera, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Distancia sobre la hilera	Rendimiento de granos/planta (g)		Rendimiento de granos/ha (kg)	
	Distancia entre las hileras			
	35 cm	50 cm	35 cm	50 cm
10,0 cm	9,7 b ¹	10,4 b	2.777 a	2.072 a
14,3 cm	11,3 a	12,5 a	2.250 b	1.748 b
Factor				
*R x 10 cm	9,0	10,5	2.566	2.096
*R x 14,3 cm	10,8	12,2	2.150	1.712
*VB x 10 cm	10,5	10,2	2.987	2.047
*VB x 14,3 cm	11,8	12,7	2.351	1.783

⁽¹⁾Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Factores con * no presentaron interacción estadísticamente significativa. R: Retaca; VB: Verde Bonita.

Efecto de la densidad de plantas sobre el crecimiento de vainas y granos

El análisis estadístico de los resultados indicó que para las variables consideradas no se observaron interacciones significativas entre densidad x cultivar; los resultados, por lo tanto, serán analizados en forma separada según el comportamiento que presenten los cultivares y las distancias sobre la hilera, respecto de las distancias entre las hileras evaluadas (35 y 50 cm).

Largo y ancho de las vainas y granos

Las vainas más largas fueron las del cultivar Verde Bonita, con 11,2 cm; valor significativamente superior al obtenido por las vainas del cultivar Retaca, cuyo promedio fue de 9,7 cm. El ancho de las vainas no presentó diferencias significativas entre ambos cultivares, alcanzándose un promedio de 1,14 y 1,11 cm para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras respectivamente. Cabe destacar que para ambos ensayos de distancia entre hileras, los valores de longitud y ancho de vainas en cada cultivar se mantuvieron relativamente constantes; esto permite afirmar, que las distancias entre hileras evaluadas no tuvieron un efecto sobre estos parámetros (Cuadro 24).

Para la industria de productos hortícola congelados un atributo de gran importancia es la apariencia y el tamaño de los granos. En el Cuadro 24, se observa que no hubo diferencias entre los cultivares para el largo y el ancho de granos, promediando 1,19 y 1,21 cm de largo y 0,84 y 0,82 cm de ancho, para las plantas establecidas a 35 y 50 cm entre hileras respectivamente.

Cuadro 24. Evaluación del crecimiento de vainas y de granos en los cultivares Retaca y Verde Bonita, para distancias entre hileras de 35 y 50 cm.

Cultivar	35 cm entre hileras				50 cm entre hileras			
	Vainas		Granos		Vainas		Granos	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
	(cm)							
Retaca	9,7 b ¹	1,1 a	1,2 a	0,8 a	9,7 b	1,1 a	1,2 a	0,8 a
Verde Bonita	11,2 a	1,2 a	1,2 a	0,8 a	11,1 a	1,1 a	1,2 a	0,8 a

⁽¹⁾ Letras diferentes en cada columna indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los valores de largo y ancho de vainas y granos, considerando la densidad de plantas, se presentan en el Cuadro 25. En él se observa que ninguna de las densidades evaluadas se obtuvo diferencias significativas. Lo que indica que la calidad de vainas y granos se mantuvo constante frente a cambios de densidad de población. Los valores promedios

obtenidos fueron: 10,4 cm de largo de vaina, 1,14 cm de ancho de vaina, 1,19 cm de largo de grano y 0,84 cm de ancho de grano para las plantas establecidas a 35 cm entre hileras. Para las plantas establecidas a 50 cm entre hileras los valores promedio fueron: 10,5 cm de largo de vaina, 1,18 cm de ancho de vaina, 1,22 cm de largo de grano y 0,82 cm de ancho de grano.

Cuadro 25. Longitud y ancho de vainas y de granos en cada población evaluada en el ensayo.

Distancia sobre la hilera	35 cm entre hileras				50 cm entre hileras			
	Vainas		Granos		Vainas		Granos	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
	(cm)							
10,0 cm	10,4 ¹	1,2	1,2	0,8	10,4	1,3	1,2	0,8
14,3 cm	10,4	1,1	1,2	0,8	10,5	1,1	1,2	0,8

⁽¹⁾No se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

DISCUSIÓN

La correcta elección del espaciamiento entre y sobre hileras en un cultivo, favorecerá una mejor y más rápida cobertura del suelo por parte de las plantas, lo que permitirá una mayor eficiencia en el uso de la radiación (EUR) y en definitiva una mayor producción final de biomasa o rendimiento (Gardner *et al.*, 1985). Altas densidades de plantas, en tanto, provocan una disminución de recursos como luz, agua y nutrientes para cada planta (Otegui *et al.*, 2006), produciéndose así una mayor y más temprana competencia entre ellas (Gardner *et al.*, 1985). El haba (*Vicia faba* L.) sin embargo, demuestra una considerable plasticidad frente a variaciones de densidad, cambiando su estructura morfológica de acuerdo al espacio disponible para cada planta (López-Bellido *et al.*, 2005).

Varios estudios señalan que en poblaciones más densas, la altura de las plantas de haba fue significativamente mayor que en poblaciones menos densas (Singh *et al.*, 1992; Adisarwanto and Knight, 1997 y Dean and Mendham, 2003). Este efecto, ha sido atribuido a una mayor elongación de los entrenudos y no a un aumento del número de nudos vegetativos en el eje principal (Turk *et al.*, 2002 y Carrasco, 2004), ya que esta última variable es una característica más estable en las plantas y no se vería muy afectada por los cambios de densidad (Singh *et al.*, 1992). La competencia entre planta afectaría en definitiva la morfología de los tallos, pues las plantas al competir más estrechamente con sus vecinas, aumentarían su altura a través de un alargamiento de los entrenudos. Los resultados obtenidos en este estudio así lo ratifican, pues frente a densidades más altas las plantas de haba, a pesar de mantener estable el número de nudos vegetativos en el eje principal (Cuadro 9), presentaron una mayor altura (Figura 5), y una leve disminución del grosor del tallo principal (Cuadro 5). Esto implicó también en que las plantas mostraran un aumento de la altura de inserción de la primera vaina comercial en la medida que aumentó la densidad de plantas (Cuadro 15); cabe destacar y corroborando lo anterior, que el nudo de inserción de esta primera vaina fue el mismo para todas las densidades. Las plantas establecidas a 35 cm entre hileras y a 10 cm sobre hilera, lograron la mayor altura de inserción de la primera vaina (34 cm), lo que provocaría, en caso de cosechar mecanizadamente, una menor pérdida de vainas.

Se ha planteado que frente a una disminución de los recursos, las plantas crean mecanismos de respuestas; uno de ellos sería el menor desarrollo de estructuras vegetativas con el fin de optimizar mejor el uso de los asimilados (Azcon-Bieto y Talon, 2000). Es por ello, que junto con la altura, el número de ramas por planta es uno de los factores más influenciados frente a cambios de densidad (López-Bellido *et al.*, 2005). De acuerdo con los resultados obtenidos en ambos ensayos, en la medida que aumentó la densidad cada planta de haba tendió progresivamente a producir un menor número de ramas (Cuadro 6). Similares resultados fueron obtenidos por Singh *et al.*, (1992), Adisarwanto and Knight, (1997), Ayaz *et al.*, (2001), Yeeransiri *et al.*, (2001), Turk *et al.*, (2002) y López-Bellido *et al.*, (2005).

Según Graf and Rowland, (1987), los componentes primarios de rendimiento en las plantas de haba son: el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso promedio de los granos. A su vez, el número de vainas por planta está directamente relacionado con dos componentes secundarios: número de nudos reproductivos por planta y número de vainas por nudo reproductivo. En el presente estudio los cambios de densidad no afectaron el peso promedio de los granos ni el número de granos por vaina (Cuadro 17), lo que coincide con lo descrito por Singh *et al.*, (1992); Adisarwanto and Knight, (1997); Jettner *et al.*, (1998); Yeeransiri *et al.*, (2001) y Abdel (2008). Sin embargo, a pesar de no existir diferencias significativas, las plantas establecidas en altas densidades, desarrollaron un menor número de nudos reproductivos y una disminución en el número de vainas por nudo reproductivo (Cuadro 12); esto trajo como consecuencia un menor número vainas por planta (Cuadro 17), lo que provocó a su vez que los rendimientos individuales por planta fueran más bajos (Cuadro 21). Este hecho, sin embargo, fue compensado por el aumento de la población y la mayor cantidad de vainas obtenidas por unidad de área en las densidades más altas (Cuadro 21). De Costa *et al.*, (1997), señalan que el rendimiento de grano está estrechamente correlacionado con el número de vainas por área. Los resultados obtenidos en este estudio, así lo ratifican ($r = 0,7$. Apéndice II, Figura 3), De este modo, al aumentar el número de plantas por área, el aumento del número de vainas por superficie elevó el rendimiento en grano (Cuadro 23), sin existir diferencias entre los cultivares evaluados (Cuadro 22).

Coincidiendo con lo descrito anteriormente, Graf and Rowland (1987), determinaron que altas densidades provocan una disminución en el número de nudos reproductivos por planta y un menor número de vainas por nudo reproductivo, siendo la suma de ambas variables lo que determina un menor rendimiento por planta. Según Bianco *et al.*, (1990), el menor número de nudos reproductivos por planta que se alcanza en mayores densidades, se debe fundamentalmente al menor número de ramas producidas por planta, aspecto que se vio confirmado en el presente estudio (Cuadro 6). Por otro lado, Gardner *et al.*, (1985), indican que el menor número de vainas por nudo reproductivo que se produce frente a mayores densidades se debe principalmente a la competencia por luz y asimilados que ocurre entre las plantas, especialmente a comienzos de floración, lo que originaría el desarrollo de un menor número de primordios florales y un mayor porcentaje de abscisión de elementos reproductivos. Esto es lo que provocaría en definitiva, que aumentos en la densidad provoquen una disminución del rendimiento por planta, del mismo modo que el rendimiento por unidad de área se va incrementando (Graf and Rowland, 1987; Filek *et al.*, 1997; Adisarwanto and Knight, 1997; Jettner *et al.*, 1998; Ayaz *et al.*, 2001; Turk *et al.*, 2002; Bozoglu *et al.*, 2002; Al-Rifae *et al.*, 2004; Nadal and Moreno, 2006 y Abdel, 2008).

En cuanto a la rectangularidad (relación existente entre la distancia entre hilera y la distancia sobre hilera), su aumento, a causa de una mayor distancia entre hileras pero manteniendo una población constante, determina que el espaciamiento entre las plantas en la hilera sea menor y que la competencia entre ellas comience más temprano, provocando menores rendimientos (Gardner *et al.*, 1985). Este efecto se observó en las densidades medias evaluadas en la presente tesis (200.000 plantas/ha), en las cuales las poblaciones

dispuestas en forma más equidistante ($35/14,3= 2,5$), en ambos cultivares, presentaron un mayor rendimiento que poblaciones iguales pero distribuidas en forma más rectangular ($50/10=5$) (Cuadro 23). Esto concuerda con lo descrito por Otegui *et al.*, (2006), quienes establecen que una menor rectangularidad en la distribución de las plantas permite mejorar la captura de luz, y en consecuencia, el desarrollo de biomasa final obtenido por las plantas.

La precocidad en haba es un factor importante a considerar, pues permitiría llegar más tempranamente con la materia prima a la industria, en un momento en que las plantas procesadoras están con poca presión de trabajo. Este es un aspecto importante, ya que se podrían además aliviar las épocas “peak” de recepción de materia prima en las cuales se concentra la llegada tanto de haba como de arveja (Faiguenbaum, 1999). Los dos cultivares utilizados en este ensayo para la producción de haba “baby” presentaron períodos similares de duración entre siembra y cosecha, con una acumulación de 731 unidades calóricas como promedio (Cuadro 3). Este valor resultó inferior a lo que se ha reportado para Luz de Otoño, que es el cultivar más precoz utilizado en Chile por la industria y para el cual Faiguenbaum (1999) determinó un valor de 895 unidades calóricas para el periodo de siembra a cosecha, es decir, 161 unidades calóricas más que los cultivares evaluados en el presente estudio; no obstante, debe considerarse que los cultivares de haba “baby” se cosechan en un estado de grano más inmaduro, lo que determina que su ciclo sea a su vez más corto. Cabe destacar también que los cultivares requirieron un mayor número de días para alcanzar el estado de cosecha en verde en las densidades mayores (Cuadro 2). Este hecho sería atribuible al mayor sombreado causado por la masa foliar existente en dichos tratamientos, pues según Gardner *et al.*, (1985), en condiciones de sombreado se limita la radiación interceptada por la planta, y en consecuencia su desarrollo.

Con respecto a la arquitectura de planta, los cultivares presentaron aspectos muy favorables para una cosecha mecanizada, ya que por una parte su altura máxima no sobrepasó los 70 cm (Figura 4 y 5), y por otra, sus primeras vainas se ubicaron a una altura no inferior a los 24 cm (Cuadros 14 y 15), manteniéndose erguidas hasta la cosecha, lo cual coincide con lo descrito por Nadal *et al.*, (2005). Verde Bonita, se caracterizó por ser el cultivar más alto (Figura 4), alcanzando la mayor altura de inserción de la primera vaina (Cuadro 14), principalmente en la densidad más alta. Además, por poseer un mayor número de nudos vegetativos en el eje principal, en comparación con Retaca (Cuadro 8), la primera vaina se insertó en un nudo más elevado (Cuadro 14). Retaca, por su parte, fue el cultivar que desarrolló el mayor número de ramas por planta, principalmente en las densidades más bajas (Figura 6); esto provocó que el número de nudos reproductivos por planta fuera mayor (Cuadro 11), a pesar de desarrollar el menor número de nudos reproductivos en el eje principal (Figura 8). Sin embargo, Retaca fue el cultivar más afectado por los aumentos de densidad, ya que al momento de la cosecha no presentó diferencias significativas con el cultivar Verde Bonita en cuanto al número de vainas por planta (Cuadro 16). La abscisión de elementos reproductivos podría haber sido el factor que permitiría explicar este hecho. Este cultivar presentó además, una mayor disminución del grosor del tallo principal en la densidad más alta (Cuadro 4), lo que sumado a su mayor ramificación, favorecería quiebres y caídas de ramas, que podrían dificultar la labor de cosecha.

Cabe destacar que ambos cultivares desarrollaron un gran número de ramas secundarias, número que aumentó a medida que la densidad de plantas fue menor (Cuadro 7 y Figura 7). Las ramas secundarias, si bien logran expresar nudos reproductivos, alcanzan un crecimiento bastante menor y prácticamente no aportan al rendimiento debido al nulo o poco desarrollo de sus vainas (Faiguenbaum, 2003). Sería interesante contar con cultivares que presenten un menor número de ramas secundarias y terciarias, pero con un mayor número de ramas basales, ya que éstas, al desarrollarse sincronizadamente con el eje principal, realizan un gran aporte de elementos reproductivos (Cuadro 13). No obstante, toda producción de ramas va en desmedro de la homogeneidad en la madurez de las vainas, y por ende de los granos, por lo que tal vez, junto con lo anterior, se podría forzar más aun a las plantas a la producción de un menor número de ramas a través de un mayor número de plantas por unidad de superficie. Sin embargo, este manejo requiere ser evaluado en campo, determinando a su vez, la dosis óptima económica de semilla, ya que para estos cultivares, éste podría ser uno de los ítems de mayor incidencia en los costos de producción.

Con respecto a la calidad de las vainas se puede indicar que esta variable fue muy pareja, siendo más influenciada por el cultivar que por la densidad de plantas (Cuadros 24 y 25). El largo promedio de vaina, considerando los dos cultivares, fue de 11 cm, cada una de las cuales presentó tres granos como promedio (Cuadros 16 y 17), concordando con los resultados obtenidos por Nadal *et al.*, (2000).

Para poder evaluar concentración de madurez en las vainas en el tiempo, es importante determinar el número promedio de vainas comerciales que se expresa por cada nudo reproductivo. En el caso de los cultivares de hábito de crecimiento indeterminado del tipo Aguadulce, que son los que mayoritariamente se siembran en Chile, el promedio es de una vaina comercial por cada nudo productivo (Faiguenbaum, 1999). En los cultivares de hábito determinado evaluados en este estudio, si bien cada nudo reproductivo produjo entre dos a cuatro flores, sólo se logró un valor cercano a una vaina como promedio en cada uno de ellos (Cuadros 11), no existiendo diferencias significativas entre los dos cultivares evaluados. Esta baja cantidad de vainas por nudo se contrarresta con el alto grado de homogeneidad observado en el tamaño de los granos (Cuadros 24 y 25), los cuales presentaron un coeficiente de variación menor al 5%, tanto en el largo como en el ancho. Robertson and Filippeti (1991), señalan que los cultivares determinados, debido a su hábito de crecimiento, tienden a obtener una mejor partición de asimilados entre crecimiento vegetativo y reproductivo, presentando en definitiva una mayor homogeneidad de madurez en vainas y granos. En este sentido, tanto los cultivares, como las densidades evaluadas en el presente trabajo, obtuvieron un mismo nivel de rendimiento industrial (Cuadros 18 y 19), lo que ratifica la homogeneidad de madurez de cosecha que se logró con los cultivares determinados.

Los mayores rendimientos en ambos cultivares se obtuvieron con la densidad mayor (28,8 plantas/m²) (Cuadro 21), destacando Verde Bonita por su mayor nivel de rendimiento por hectárea (Cuadro 20). Los valores máximos de rendimiento por hectárea obtenidos por las plantas fueron en promedio de 13,9 ton de vaina verde (Cuadro 21), valores mayores a los

reportados por Nadal (2006), quien señala que ambos cultivares, bajo densidades mayores a las establecidas en este ensayo (33 plantas/m²), promediaron un valor de 11,9 ton de vaina verde por hectárea. Aún así, estos valores se encuentran muy por debajo de lo obtenido por los cultivares indeterminados utilizados tradicionalmente en Chile, tal es el caso de los tipo Aguadulce, cuyo rendimiento puede llegar hasta 30 ton/ha en densidades bastante inferiores a las del presente estudio (5,5 plantas/m²). Sin embargo, la ventaja de los cultivares analizados en este trabajo, es que el precio pagado por el kilo de producto es significativamente mayor al de los cultivares convencionales utilizados por la industria de congelados en Chile, tal como ocurre, en el mercado español (Pérez, 2007).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental se pueden plantear las siguientes conclusiones:

Ambos cultivares presentan una madurez bastante homogénea en cuanto a su producción, lo que determina una gran uniformidad en el tamaño de las vainas y en el calibre de sus granos; favoreciéndose con ello la obtención de un producto de buena calidad.

La mejor densidad evaluada en este trabajo experimental, para ambos cultivares, es la establecida a 35 cm entre hileras por 10 cm sobre hileras (286.000 plantas/ha), en donde las plantas, a pesar de lograr un menor rendimiento individual, presentan un mayor rendimiento por unidad de área, siendo esta densidad la mínima recomendada para este tipo de cultivares.

El cultivar Verde Bonita, puede tener un mayor atractivo para la industria de congelados hortícola, ya que presenta los rendimientos más altos, superando al cultivar Retaca en un 21 y 12 % de rendimiento en vaina y en grano verde por hectárea respectivamente.

Poblaciones distribuidas en forma más equidistantes están relacionadas a un mayor rendimiento por planta en comparación a poblaciones iguales, pero dispuestas de forma más rectangulares.

Las características arquitectónicas de las plantas evaluadas, están muy acordes con la posibilidad de lograr una cosecha mecanizada, principalmente en la densidad mayor, debido al menor número de ramas por planta y a la mayor altura del nudo de inserción de la primera vaina.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL L. Y. I. 2008. Effect of seed size and plant spacing on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 4(2): 146-148.
- ADISARWANTO, T. and R. KNIGHT. 1997. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components in the faba bean. Australian Journal of Agricultural Research. 48(8): 1161-1168.
- AL-RIFAEI, M; M. TURK and M. A. TAWAHA. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. *major*). International Journal of Agriculture and Biology. 6(2): 294-299.
- ARNOLD, CH. I. 1980. Máximo–mínimo temperaturas as a basic for computing heat units. Proceeding of the Amer. Soc. for Hort. Science. 76: 682-692.
- ATLAS AGROCLIMATICO DE CHILE. Regiones IV a IX. Publicación N° 87. Marzo, 1990.
- AYAZ, S; D. L. MCNEIL; B. A. MCKENZIE and G. D. HILL. 2001. Population and sowing depth effects on yield components of grain legumes. Proceedings of the Australian Agronomy Conference. 10: 342-346.
- AZCÓN-BIETO, J. y M. TALON. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Edición McGraw-Hill. Madrid, España. 522 p.
- BIANCO, V.V.; V. MICCOLIS and G. DAMATO. 1980. Influence of plant density on seed yield of three cultivars of *Vicia faba* L. Acta Hort. (ISHS).111: 209-216
- BRAVO, A. y P. ALDUNATE. 1990. El cultivo del haba. El campesino. 121(5): 42-51.
- BOZOGLU, H; A. PEKSEN; E. PEKSEN; A. GULUMSER; G. PAROUSSI; D. VOYIATZIS and E. PAROUSSIS. 2002. Determination of green pod yield and some pod characteristics of faba bean (*Vicia faba* L.) cultivar grown in different row spacing. Acta Horticulturae. 579: 347-350.
- CARRASCO, J. 2004. Efecto de tres densidades de plantas en una fecha de siembra en un cultivar de haba (*Vicia faba* L.) tipo Aguadulce. Memoria Ing. Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago, Chile. 44 p.

- CROVETTO, M. 2002. Cambios en la estructura alimentaria y consumo aparente de nutrientes de los hogares del gran Santiago. *Revista chilena de nutrición*. 29(1): 24-32.
- CHILE, COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO. 1981. Estudio de suelos del Proyecto Maipo. Agrológ Chile Limitada, Santiago, Chile. 10 volúmenes.
- DEAN, G. and N. MENDHAM. 2003. Optimum plant densities for faba bean cv Fiesta VF sown on raised beds. Solutions for a better environment. Proceedings from the 11th Australian Agronomy Conference, Geelong Victoria.
- DE COSTA W. A.; M. D. DENNETT; U. RATNAWEERA and K. NYALEMEGBE. 1997. Effects of different water regimes on field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba* L.). II. Yield, yield components and harvest index. *Field Crops Research*. 52: 169-178.
- FAIGUENBAUM, H. 2003. Haba p: 423 – 469. In: Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Ediciones Vivaldi y Asociados. Santiago, Chile. 760 p.
- FAIGUENBAUM, H. 1999. Habas para congelado y fresco. *Agroeconómico*. Fundación Chile. pp: 29-35.
- FAIGUENBAUM, H. 1993. Producción de arvejas y habas para la agroindustria del congelado. *Agroeconómico*. Fundación Chile. pp: 24-29.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, FAO. 2007. [On-line]. Faostat Agriculturadata. Disponible en: <http://faostat.fao.org/inicio.htm>. Citado: 13 de diciembre de 2007.
- FILEK, W; J. KOCIELNIAK and S. GRZESIAK. 1997. The effect of nitrogen fertilization and population density of the field bean (*Vicia faba* L. *minor*) of indeterminate and determinate growth habit on the symbiosis with root nodule bacteria and on the seed yield. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 179(3): 171-177.
- FRESNO, G. 2002. Factores de nivel secundario que inciden en el comportamiento de la agroindustria hortícola nacional pp: 40-53. In: *Agroindustria Hortícola, Cadenas Agroalimentarias*. Fundación Chile. 94 p.
- GARDNER, F.; R. B. PEARCE and R. MITCHEL. 1985. Carbon fixation by crop canopies. In: *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. pp: 31-57.
- GRAF R. J. and G. G. ROWLAND. 1987. Effect of plant density on yield and components of yield of faba bean. *Canadian Journal of Plant Science*. 67(1): 1-10.

- JETTNER, R.; S. P. LOSS; K. H. SIDDIQUE and L. D. MARTIN. 1998. Responses of faba bean (*Vicia faba* L.) to sowing rate in south-western Australia. I. Seed yield and economic optimum plant density. Australian Journal of Agricultural Research. 49(6): 989-998.
- LÓPEZ-BELLIDO, F. J.; L. LÓPEZ-BELLIDO and R. J. LÓPEZ-BELLIDO. 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). European Journal of Agronomy. 23(4): 359-378.
- NADAL, S.; M. T. MORENO y J. I. CUBERO. 2000. Nuevas variedades de habas de crecimiento determinado. AGRICULTURA, Revista Agropecuaria. 812: 108-109.
- NADAL, S; A. CABELLO; F. FLORES and M. MORENO. 2005. Effect of growth habit on agronomic characters in faba bean. Agriculturae Conspectus Scientificus. 70(2): 43-47.
- NADAL, S. and M. MORENO. 2006. Optimal population density on determinate growth habit faba bean for immature green pod production. Manuscrito no publicado. Área de mejora y Biotecnología. CIFA. Córdoba, España. 7 p.
- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS, ODEPA, 2007. [On-line]. Estadísticas macrosectoriales y productivas. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl>. Citado: 13 de diciembre de 2007.
- OTEGUI, M; A. KANTOLIC y D. MIRALLES. 2006. Aspectos clave de la estructura espacial y temporal de los cultivos: El uso de los recursos. pp 1-15. In: Mundo Agro 2006: Tecnología y Sustentabilidad Bases Funcionales de los cultivos: Hacia un manejo razonado de tecnologías clave. Buenos Aires, Argentina, 22-23 de Junio de 2006. Universidad de Buenos Aires, Facultad de agronomía. Buenos Aires, Argentina.
- PEREZ, M. 2007. Desarrollo de una propuesta comercial para habas “baby” producidas en Chile, basada en preferencias de consumidores españoles. Memoria Ing. Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago, Chile. 55 p.
- PROCHILE, 2007. [On-line]. Estadísticas de comercio exterior. Disponible en: <http://www.prochile.cl>. Citado: 21 de diciembre de 2007.
- ROBERTSON, L. and A. FILIPPETTI. 1991. Alternative plant types of faba bean. CIHEAM-Options Mediterraneennes. 10: 33-39.
- SINGH S.P.; N. P. SINGH and R. K. PANILETY. 1992. Performance of faba bean varieties at different plant densities. FABIS. 30(1): 29-31.

TAPIA, F; C. COBARRUBIAS y P. SEPÚLVEDA. 1995. El cultivo del haba. El Campesino. 126(6): 24-36.

TURCK, M. A.; K. ABDEL-RAHMAN and M. TAWAHA. 2002. Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* L. minor) in the absence of moisture estress. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 6(3): 171-178.

VAN DE WYNGARD, C. 2002. Efecto de la poda apical en haba (*Vicia faba* L.) sobre la productividad y la concentración de la madurez. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Mayor, Facultad de Cs. Silvoagropecuarias. Santiago, Chile. 74 p.

VERA, P. 2003. Efecto de la densidad poblacional en haba (*Vicia faba* L.) sobre la productividad, atributos de calidad y su resultado económico, para la agroindustria del congelado y mercado fresco. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Mayor, Facultad de Cs. Silvoagropecuarias. Santiago, Chile. 84 p.

YEERANSIRI, P.; P. PRAPANOPPASIN and W. CHAMPRASERT. 2001. Effects of plant density on seed quality of broad beans (*Vicia faba* L.). Journal of Agricultural Science. 34(1-2): 59-68

ANEXOS

Anexo I: Análisis de suelo realizado al predio La Topada, VI región.

Análisis de Fertilidad	Valor	Comentario
pH	6,7	Neutro
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,8	Sin Problema
Materia Orgánica (%)	2,6	Bajo
Nitrógeno Disponible (ppm)	78	Adecuado
Fósforo Disponible (ppm)	22	Adecuado
Potasio Disponible (ppm)	119	Regular

Fuente: Laboratorio Agrolab Ltda.

APENDICES

Apéndice I. Datos climáticos muestreados durante el desarrollo del cultivo, promediados por semana.

Periodos	Temperaturas			N° de Heladas	Precipitaciones (mm)	
	Min	Máx	Med			
	(°C)					
02-08 Jun	8,5	14,1	11,3	0	201,7	} Emergencia
09-15 Jun	4,8	13,8	9,3	0	22,5	
16-22 Jun	7,4	11,8	9,6	0	15,5	
23-29 Jun	6,6	12,4	9,5	0	7,2	
30 Jun - 06 Jul	4,8	19,1	11,9	0	56,1	
07-13 Jul	5,9	11,1	8,5	0	110,1	} Fase Vegetativa
04-20 Jul	3,0	18,7	10,8	1	0,0	
21-27 Jul	2,6	11,1	6,9	2	17,7	
28 Jul - 03 Agos	0,0	14,5	7,3	5	17,0	
04-10 Agos	4,9	13,0	9,0	0	60,5	
11-17 Agos	2,6	12,9	7,8	2	8,4	
18-24 Agos	2,8	20,5	11,6	2	0,0	
25-31 Agos	5,7	16,7	11,2	0	22,1	
01-07 Sep	2,4	16,9	9,6	2	0,2	
08-14 Sep	6,0	17,2	11,6	0	28,9	
15-21 Sep	4,1	18,9	11,5	0	9,0	} Fase Reproductiva
22-28 Sep	6,2	20,5	13,3	0	1,1	
29 Sep-05 Oct	6,1	19,1	12,6	0	0,0	
06-12 Oct	6,8	23,0	14,9	0	17,6	
13-19 Oct	6,8	18,7	12,7	0	22,8	

Fuente: Desarrollado por el autor en base a los datos obtenidos en el Centro Regional de Información Agrometeorológica (CRIA), Rancagua, VI región. 2006.

Apéndice II. Fechas y dosis de aplicación de distintos fitosanitarios para control de plagas presentes en el ensayo.

Fecha	Problema Fitosanitario	Producto	Dosis Recomendada (ha)	Adherente (Break) (ml/100 L)		Volumen Agua Recomendado (L)	Tipo de Maquinaria Utilizada	Tiempo de Aplicación (min)
31/07/06	<i>Botrytis fabae</i>	Rovral	1,500 kg	X ⁽¹⁾		300	Motobomba	60
18/08/06	<i>Botrytis fabae</i>	Captan	1,500 kg	✓	60	300	Motobomba	60
		Polyben	0,350 kg					
07/09/06	<i>Liriomyza sp</i>	Trigard	0,125 kg	✓	60	300	Motobomba	60
09/09/06	<i>Botrytis fabae</i>	Rovral	2,000 kg	✓	60	400	Motobomba	120
21/09/06	<i>Rachiplusia nu</i>	Fastac	120,000 cc	✓	60	400	Motobomba	120
23/09/06	<i>Botrytis fabae</i>	Captan	2,000 kg	✓	60	400	Motobomba	120
		Polyben	0,500 kg					

⁽¹⁾ Indica presencia o ausencia del adherente en la mezcla.

Apéndice III. Gráficas de dispersión.

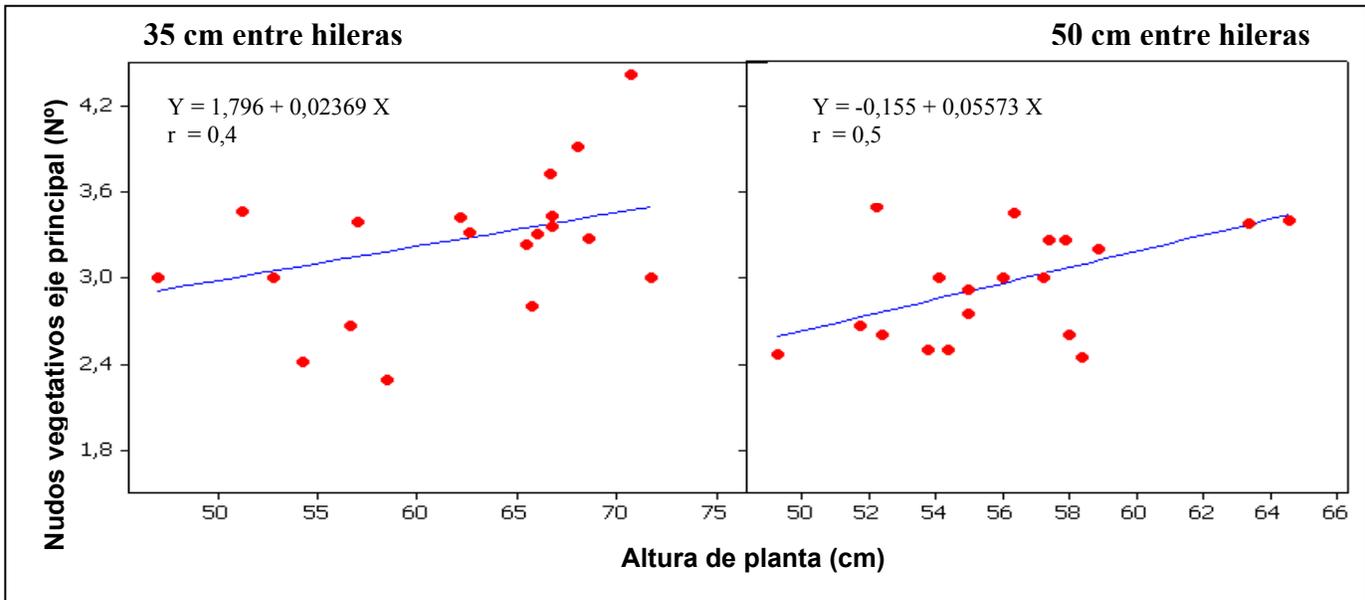


Figura 1. Gráfica de dispersión entre el número de nudos vegetativos en el eje principal y la altura de planta, considerando ambos cultivares como promedio para las dos distancias entre hileras evaluadas.

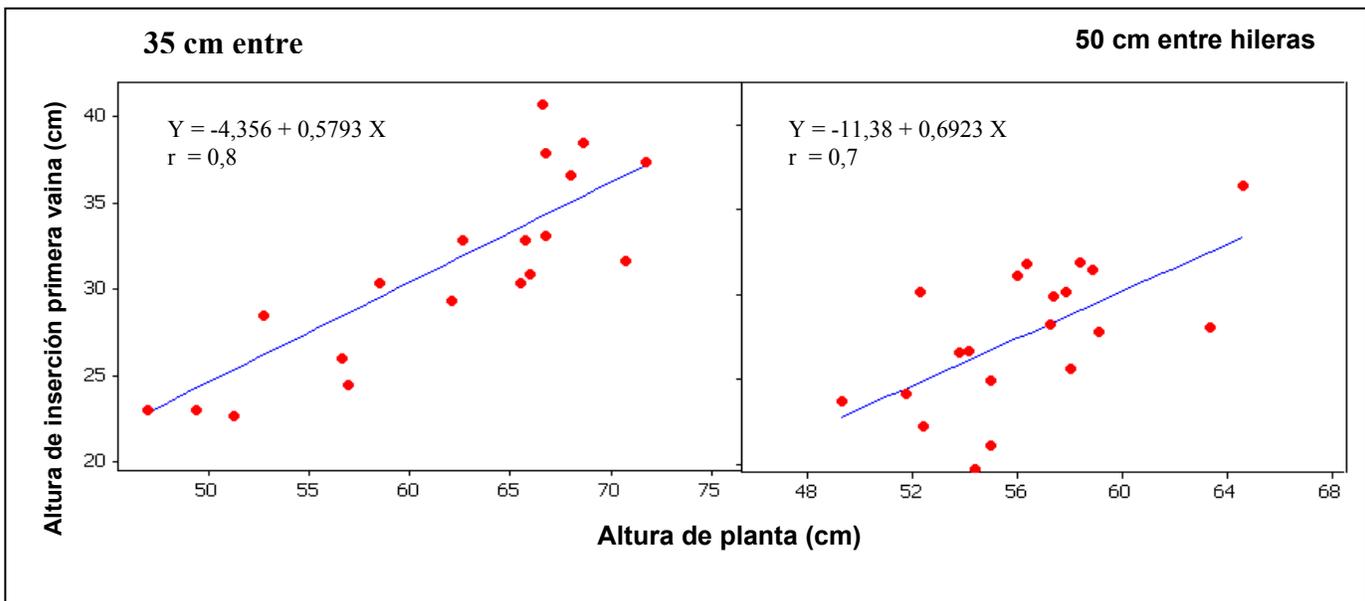


Figura 2. Gráfica de dispersión entre la altura de inserción de la primera vaina y la altura de planta, considerando ambos cultivares como promedio para las dos distancias entre hileras evaluadas.

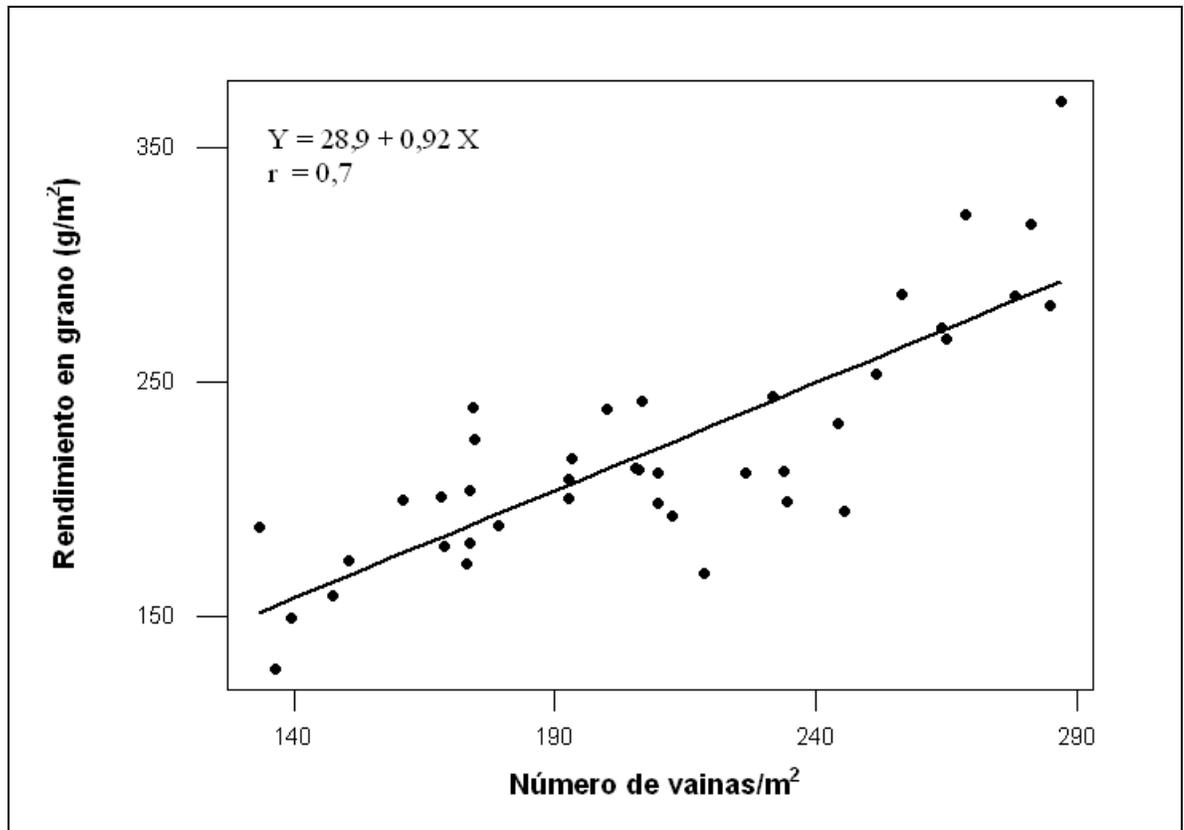


Figura 3. Gráfica de dispersión entre el rendimiento de granos/m² y el número de vainas/m², considerando ambos cultivares de haba como promedio.